



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ALTERNATIVAS DE GESTÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM
SETOR HOTELEIRO DE CAMPINA GRANDE - PB**

Paloma Correia Simões

Orientadora: Prof^ª Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues

Coorientadora: Yuciara Barbosa Costa Ferreira

Campina Grande - PB

Dezembro - 2019

PALOMA CORREIA SIMÕES

**ALTERNATIVAS DE GESTÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM
SETOR HOTELEIRO DE CAMPINA GRANDE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado a Unidade Acadêmica de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Campina Grande (UFCG),
como requisito para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Andréa Carla Lima Rodrigues

Coorientadora: Yuciara Barbosa Costa Ferreira

Campina Grande - PB

Dezembro - 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FOLHA DE APROVAÇÃO

**ALTERNATIVAS DE GESTÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM
SETOR HOTELEIRO DE CAMPINA GRANDE - PB**

Prof^a Andréa Carla Lima Rodrigues
Orientadora

Yuciara Barbosa Costa Ferreira
Coorientadora

Campina Grande

2019

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de graduação, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização deste sonho. Portanto, expresso através de palavras a minha sincera gratidão a todas elas.

Primeiramente agradeço a Deus, por ser o meu guia e me conceder saúde e coragem para prosseguir diante de todos os obstáculos. Aos meus pais Wanderléa e Rui pelo porto seguro, amor incondicional, incentivo e confiança.

A minha irmã Priscilla pelo companheirismo, por sempre se mostrar presente e me ajudar nos momentos que mais preciso. Ao meu cunhado Mateus pelas risadas, conselhos e incentivo.

A Matheus Joviniano por todos os momentos compartilhados durante a graduação e pelo carinho, amizade e afeto, tornando meus dias sempre melhores.

A minha orientadora Andréa Carla pelas conversas, ensinamentos transmitidos, paciência, incentivos durante a execução deste trabalho e por se mostrar tão humana. Aos professores Dayse Luna e Walter Cruz por sempre terem se mostrados disponíveis para me ajudar.

A Yuciara Costa pela ajuda nessa fase final da graduação e a banca examinadora por aceitaram participar da avaliação desse trabalho.

A Anselmo e a gerência do Garden Hotel pela paciência e disponibilização dos dados para elaboração deste trabalho.

A Nilma, Karla e Erika pelos conhecimentos compartilhados durante a fase final da graduação e me mostrarem o quão grande e encantador é a Engenharia Civil.

Aos meus familiares por estarem sempre na torcida pelo meu sucesso pessoal e profissional. Aos colegas e amigos do curso pelo companheirismo diário.

A todos os professores e coordenadores da UAEC pela paciência, formação e conhecimento transmitido durante esses cinco anos. Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho. Muito Obrigada!

RESUMO

A escassez hídrica tornou-se um problema ambiental frequente na vida da população de algumas regiões brasileiras, em especial no Nordeste, que, nos últimos anos, sofreu com uma das maiores secas já enfrentadas na região. Em contrapartida, apesar da escassez nessas regiões, a demanda de água está cada vez maior, com diferentes tipos de uso, entre eles o setor hoteleiro, considerado um grande consumidor. Visando reduzir a demanda de água, têm-se buscado fontes alternativas e tecnologias que auxiliem a gestão dos recursos hídricos. Dentre as fontes alternativas existentes, o uso de aparelhos poupadores de água e o aproveitamento de água de chuva se mostram eficientes em seus objetivos. Assim sendo, nesse trabalho, procurou-se investigar a viabilidade técnico-econômica da troca de aparelhos hidrossanitários convencionais por aparelhos poupadores de água, bem como a implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) dentro de um hotel de grande porte no município de Campina Grande – PB, com o objetivo de propor medidas de gestão de demanda de água, considerando diferentes cenários de redução de consumo de água. Para a realização da pesquisa foram estudados 14 diferentes cenários de substituição de aparelhos convencionais por modelos poupadores e 3 cenários (seco, normal e chuvoso) de aproveitamento de águas pluviais a partir dos métodos de Rippl e de Simulação. Por fim, foram avaliadas as viabilidades econômica e de sustentabilidade hídrica da troca de aparelhos e da implantação do SAAC. De modo geral, a troca de aparelhos comparada à implantação de um SAAC é mais viável e rentável, visto que o seu melhor cenário (troca de 100% dos chuveiros) gerou uma maior economia de água (29,33%), exigiu um menor investimento e obteve um tempo de retorno mais curto (1,32 meses e rentabilidade anual de 907,95%), enquanto que para o melhor cenário (chuvoso) do SAAC esses valores foram de 14,51%, 8,42 meses e 142,56%, respectivamente. Apesar da diferença de economia, pode-se concluir que ambas as propostas irão proporcionar uma redução do consumo de água para o hotel, reduzindo também o impacto hídrico que, na situação de escassez hídrica, como já vivenciada pela cidade de Campina Grande, é bastante positivo e considerável.

Palavras-chave: *Aparelhos poupadores; Aproveitamento de água de chuva; Escassez hídrica.*

ABSTRACT

Water scarcity has become a frequent environmental problem in the life of the population of some Brazilian regions, especially in the Northeast, which, in the past, suffered one of the major drought ever faced in the region. On the other hand, despite the scarcity in these regions, the demand for water is increasingly being consumed by different types of use, among them the hotel sector, considered a major consumer. Aiming at reducing the demand of water of supply reservoirs, alternative sources and technologies that facilitate the management of water resources are being sought. Among existing alternative sources, the use of water-saving devices and the use of rainwater are very efficient in their goals. Thus, in this study, it was investigated the technical-economical feasibility of exchanging conventional hydro-sanitary devices to water-saving devices, as well as the deployment of a Rainwater harvesting system (RWHS) within a large hotel in the city of Campina Grande – PB. For the accomplishment of the research, it was studied 14 different scenarios of replacing conventional hydro-sanitary devices to water-saving devices and 3 scenarios (dry, normal and rainy) of reusing rainwater from Rippl and Simulation methods. Finally, it was evaluated the economic and water sustainability viabilities of exchanging the devices and the deployment of RWHS. Generally, the exchange of devices compared to deploying a RWHS is more viable and profitable, given that your best scenario (exchange of 100% of the showers) generated a greater economy of water (29.33%), demanded a smaller investment and obtained a shorter return time (1.32 months with annual return of 907.95%), while for the best scenario (rainy) of RWHS these values were 14.51%, 8.42 months and 142.56%, respectively. Despite the difference in economy, it can be concluded that both proposals will provide a relevant cost reduction for the hotel, also reducing the water impact that, in the situation of water scarcity experienced by the city of Campina Grande, is quite positive and significant.

Keywords: *Water-saving devices; Rainwater harvesting; water scarcity.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas metodológicas utilizadas na pesquisa.	35
Figura 2 - Localização do município de Campina Grande - Paraíba.....	37
Figura 3 - Variação de precipitação de Campina Grande entre 1998 a 2018 - Posto EMBRAPA.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - a) Localização do Garden Hotel e b) Vista frontal do Garden Hotel.	37
Figura 5 - Fluxo populacional do Garden Hotel em 2018.	39
Figura 6 - Taxa de ocupação dos apartamentos do Garden Hotel em 2018.....	39
Figura 7 - Consumo de água do Garden Hotel medido pela CAGEPA em 2018.	40
Figura 8 - Aparelhos hidrossanitários dos quartos do hotel.	42
Figura 9 - Consumo anual de água por atividade.	43
Figura 10 - Consumo desagregado de água nos apartamentos.....	44
Figura 11 - Área do telhado do Garden Hotel.	46
Figura 12 - Área do jardim selecionada para o estudo e comprimento das calhas.	47
Figura 13 - Filtro autolimpante.....	48
Figura 14 - Dispositivo de descarte de água.....	48
Figura 15 - Reservatório de armazenamento com freio d'água, sifão-ladrão e sistema flutuante de captação da água.	49
Figura 16 - Demanda de água total versus Demanda de água dos aparelhos hidrossanitários.	52
Figura 17 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.	53
Figura 18 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.	54
Figura 19 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.	54
Figura 20 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário seco). 60	
Figura 21 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário normal).	61
Figura 22 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário chuvoso).	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alguns das Medidas utilizadas pelo Green Key para GDA.	33
Quadro 2 - Descrição dos cenários propostos.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de estudos sobre alternativas de gestão de demanda de água.	25
Tabela 2 - Coeficientes de escoamento superficiais.	28
Tabela 3 - Características dos apartamentos existentes no Garden hotel.....	38
Tabela 4 - Tabela para Determinação de Consumos Especiais.	41
Tabela 5 - Quantidade de aparelhos convencionais nos apartamentos e no centro de convenções do Garden hotel.....	42
Tabela 6 - Características das edificações hoteleiras. Erro! Indicador não definido.	
Tabela 7 - Reduções médias por ponto de consumo.....	45
Tabela 8 - Estrutura tarifária da CAGEPA.....	51
Tabela 9 - Comparação entre o valor medido pelo método da SABESP/IPT com o valor medido pela CAGEPA e o valor percentual de convergência.....	52
Tabela 10 - Precipitações representativas em mm.....	55
Tabela 11 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário seco – 50 m ³). .	57
Tabela 12 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário normal – 40 m ³).	58
Tabela 13 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – 40 m ³).	58
Tabela 14 - Preço unitário e vantagens dos equipamentos utilizados.....	62
Tabela 15 - Orçamento total dos equipamentos.....	62
Tabela 16 - Demais itens componentes do SAAC utilizado no hotel.....	65
Tabela 17 - Orçamento para implantação do SAAC (Cenário seco).....	65
Tabela 18 - Orçamento para implantação do SAAC (Cenário normal e chuvoso).....	66
Tabela 19 - Viabilidade econômica para todos os cenários.	67
Tabela 20 – Economia de água e a viabilidade econômica causada pela troca de aparelhos e implantação de um SAAC no hotel.....	68
Tabela 21 - 1º cenário – com utilização de todos os aparelhos poupadores.	77
Tabela 22 - 2º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% dos chuveiros.	77
Tabela 23 - 3º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% das bacias.	77
Tabela 24 - 4º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% das torneiras.	78
Tabela 25 - 5º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros e 50% das bacias.	78
Tabela 26 - 6º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros e 50% das torneiras.	78
Tabela 27 - 7º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% das bacias e 50% das torneiras.....	79
Tabela 28 - 8º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros, 50% das bacias e 50% das torneiras.	79
Tabela 29 - 9º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% dos chuveiros e 25% das bacias.	79
Tabela 30 - 10º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% dos chuveiros e 25% das torneiras.	80

Tabela 31 - 11° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das bacias e 25% dos chuveiros.	80
Tabela 32 - 12° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das bacias e 25% das torneiras.	80
Tabela 33 - 13° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das torneiras e 25% dos chuveiros.	81
Tabela 34 - 14° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das torneiras e 25% das bacias.	81
Tabela 35 - Situação dos anos de 1998 a 2018 de acordo com a sua precipitação anual.	82
Tabela 36 - Dimensionamento dos reservatórios pelo Método de Rippl.	83
Tabela 37 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário seco – Volume de 40m ³).	84
Tabela 38 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário seco – Volume de 100m ³).	84
Tabela 39 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário normal – Volume de 50m ³).	85
Tabela 40 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário normal – Volume de 100m ³).	85
Tabela 41 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – Volume de 50m ³).	86
Tabela 42 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – Volume de 100m ³).	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABAE - Associação Bandeira Azul da Europa
- ABIH - Associação Brasileira da Indústria de Hotéis
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
- ANA - Agência Nacional de Águas
- ARPB - Agência de Regulação do Estado da Paraíba
- ASFAMAS-IP - Associação Brasileira dos Fabricantes e Materiais para Saneamento - Grupo Setorial Instalações Prediais
- CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
- CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- CNRH - Conselho Nacional dos Recursos Hídricos
- CBTS - Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável
- DF – Distrito Federal
- DP – Desvio Padrão

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRATUR - Instituto Brasileiro de Turismo

EPACT - Federal Energy Policy Act

GDA – Gestão de Demanda de Água

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHEI - International Hotels for Environmental Initiative

INTERÁGUAS - Programa de Desenvolvimento do Setor Água

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

MCA - Metro de Coluna d'Água

MTUR - Ministério do Turismo

NBR - Normas Brasileiras

NIH - Norma Nacional para Meios de Hospedagem – Requisitos para a Sustentabilidade

NTS - Norma Técnica SABESP

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMT - Organização Mundial do Turismo

ONGA - Organização não Governamental de Ambiente

PB - Paraíba

PBTUR - Empresa Paraibana de Turismo

PE - Pernambuco

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PURA - Programas para o Uso Racional da Água

PURA-USP - Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo

PVC - Policloreto de Vinila

SAAC - Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SBCLASS - Sistema Oficial de Classificação dos Meios de Hospedagem no Brasil

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

VDR - Volume de descarga reduzido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Objetivos	15
1.1.1. Objetivo geral.....	15
1.1.2. Objetivos específicos	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1. Uso racional da água.....	16
2.2. Gestão da demanda de água	17
2.3. Instrumentos legais de planejamento e gestão da demanda de água	17
2.3.1. Âmbito internacional	18
2.3.2. Âmbito nacional	18
2.3.3. Âmbito estadual.....	21
2.3.4. Âmbito municipal.....	22
2.4. Alternativas de gerenciamento da demanda de água.....	23
2.4.1. Aparelhos Poupadores	24
2.4.2. Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC)	25
2.4.3. Fases e componentes do SAAC.....	26
2.4.4. Dimensionamento do SAAC.....	27
2.4.4.1. Demanda de água.....	27
2.4.4.2. Área de Captação.....	28
2.4.4.3. Coeficiente de Escoamento	28
2.4.4.4. Precipitação	28
2.4.5. Dimensionamento de reservatório.....	29
2.4.5.1. Método de Rippl.....	29
2.4.5.2. Método da Simulação	30
2.5. Caracterização e sistema de classificação do Setor Hoteleiro.....	31
2.6. Gestão de água e sustentabilidade em empreendimentos hoteleiros	32
2.7. O turismo e o setor de hotelaria na Paraíba.....	34
3. METODOLOGIA.....	35
3.1. Considerações iniciais.....	35
3.2. Caracterização da área de estudo.....	36
3.2.1. O município de Campina Grande	36
3.2.2. Garden Hotel	37
3.2.2.1. Consumo de água do hotel	39

3.3.	Descrição dos cenários propostos	40
3.4.	Previsão de consumo de água.....	41
3.5.	Proposta de implantação de aparelhos poupadores nos apartamentos do hotel.....	41
3.5.1.	Obtenção de dados de campo	42
3.5.2.	Determinação da representatividade dos usos finais da água	43
3.5.3.	Redução média de água ocasionada pela troca de aparelhos	44
3.6.	Proposta de implementação de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC).....	45
3.6.1.	Aquisição de dados sobre o potencial hídrico da região.....	45
3.6.2.	Determinação da área de captação e do seu potencial de captação de água de chuva no hotel.....	45
3.6.3.	Aquisição de dados para o cálculo da estimativa do consumo de água da irrigação dos jardins.....	47
3.6.4.	Definição dos elementos componentes do SAAC.....	47
3.6.5.	Métodos utilizados para o dimensionamento dos reservatórios para implantação do SAAC	49
3.7.	Estudo de viabilidade econômica	50
3.7.1.	Orçamento para implantação de aparelhos poupadores.....	50
3.7.2.	Orçamento para implantação do SAAC.....	50
3.7.3.	Análise econômico-financeira da troca de aparelhos poupadores e do SAAC e tempo de retorno de investimento	50
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1.	Previsão de consumo de água.....	51
4.2.	Aparelhos poupadores de água.....	52
4.2.1.	Demanda total versus Demanda dos aparelhos convencionais	52
4.2.2.	Economia de água gerada pela troca de aparelhos	52
4.3.	Aproveitamento de água de chuva.....	55
4.3.1.	Resultados de precipitação	55
4.3.2.	Consumo de água na irrigação dos jardins.....	55
4.3.3.	Dimensionamento dos reservatórios.....	56
4.3.3.1.	Dimensionamento pelo método de Rippl.....	56
4.3.3.2.	Dimensionamento pelo método da simulação.....	56
4.3.3.3.	Comparação entre os métodos analisados e escolha do método a ser utilizado	59
4.3.4.	Análise da demanda e oferta de água na irrigação dos jardins.....	60
4.4.	Resultados do orçamento	61
4.4.1.	Aparelhos poupadores.....	61

4.4.1.1.	Custos unitários	61
4.4.1.2.	Custos totais	62
4.4.2.	SAAC.....	64
4.4.2.1.	Custos unitários	64
4.4.2.2.	Custos totais	65
4.5.	Resultados de viabilidade econômica e tempo de retorno do investimento.....	66
4.5.1.	Aparelhos Poupadores	66
4.5.2.	SAAC.....	67
4.6.	Resultado do cenário com ambas as alternativas.....	67
4.7.	Comparação entre os cenários propostos	68
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	69
5.1.	Conclusões	69
5.2.	Recomendações	70
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica representa uma realidade vivenciada pela população de muitas regiões brasileiras. Dentre os problemas observados está a diminuição quali-quantitativa da água dos reservatórios que abastecem os centros urbanos, principalmente devido ao aumento acelerado da demanda e da poluição superando, muitas vezes, a disponibilidade e a capacidade de renovação dos corpos d'água.

O problema de escassez hídrica é sentido principalmente na região Nordeste do Brasil, onde vivem mais de 53 milhões de pessoas (IBGE, 2010), o que representa, aproximadamente, 28% da população total do país. Um dos principais motivos que torna a região Nordeste vulnerável às grandes crises hídricas é o fato de 53% de sua área estar inserida nos limites do semiárido (BAPTISTA; CAMPOS, 2017), equivalente a ocupação de 18,27% do território nacional (BEZERRA, 2019), recebendo precipitações abaixo da evapotranspiração potencial. Nesse cenário e considerando que as secas são eventos naturais e cíclicos no semiárido, a gestão eficiente dos recursos hídricos torna-se ainda mais importante nessa região.

Segundo Guerra (2014), para garantir que a água seja utilizada de forma responsável, é imprescindível que existam conjuntos de medidas que produzam efeito sobre o comportamento e postura dos usuários como, por exemplo, a cobrança pelo uso da água, a taxa da poluição e a realocação para usos de maior valor e as campanhas educativas. Esse conjunto de medidas, que influencia o comportamento do usuário, forçando-o a diminuir o volume consumido, mas conservando o mesmo nível de serviço, é conhecido como Gestão da Demanda de Água (GDA).

Dentre as alternativas de gerenciamento da demanda, o uso dos equipamentos ou aparelhos poupadores de água e a implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) ajudam a reduzir as despesas com água e esgoto, independentemente da ação dos usuários ou da consciência de mudança de comportamento por parte dos mesmos.

O controle da demanda de água através dessas duas alternativas pode representar uma solução potencialmente impactante em setores públicos ou privados onde o consumo é elevado e a colaboração do usuário é difícil. Um desses casos é o setor hoteleiro, que utiliza grandes volumes de água em suas atividades e apresenta pouca conscientização por parte dos frequentadores quanto ao uso racional dos recursos hídricos.

Diante de tal realidade, o estudo sobre gestão da demanda de água em empreendimentos de grande porte se revela de grande valia, visto que causam impactos significativos no meio ambiente onde estão implantados. Assim, através de estudo é possível verificar os impactos causados, avaliando se a gestão da demanda de água do empreendimento está sendo executada de forma devida e se estão sendo observadas todas as normas da construção civil e as legislações referentes à sustentabilidade ambiental.

Nessa perspectiva, o presente trabalho busca avaliar alternativas de gerenciamento da demanda de água e estimar a redução do consumo da água no setor hoteleiro. A área de estudo escolhida foi o Garden Hotel, localizado na cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba, tendo em vista ser um empreendimento de grande porte que contribui para o desenvolvimento local e que possui grande rotatividade de hóspedes durante todo o ano. As características citadas, fazem com que o referido empreendimento demande mais atenção da gestão, diante da potencial ocorrência de impactos ambientais, conforme será delineado durante a pesquisa.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Propor medidas de gestão de demanda de água para o Garden Hotel, localizado na cidade de Campina Grande, PB, considerando diferentes cenários de redução de consumo de água.

1.1.2. Objetivos específicos

- Estimar o potencial de economia de água para o hotel a partir da criação de cenários referentes à troca de aparelhos convencionais por poupadores de água;
- Estudar o potencial de economia de água para o hotel a partir da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva – SAAC para cenários seco, normal e chuvoso;
- Verificar a viabilidade econômico-financeira da implantação do SAAC e da troca de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores de água;
- Comparar as alternativas de gerenciamento selecionadas e sugerir a melhor ação estrutural a ser tomada para reduzir o consumo de água no local e garantir maior segurança hídrica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Uso racional da água

As demandas relacionadas às águas são intensificadas com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento da quantidade para determinada utilização, quanto à variedade dessas utilizações (SETTI *et al.*, 2002). Nesse sentido, o uso racional da água vem sendo implementado nos centros urbanos como forma de evitar o desperdício e atenuar os problemas relacionados às limitações das fontes de abastecimento (MARINHO, 2007).

O uso da água refere-se à identificação da oferta, delimitação das prioridades e formas do seu uso e aplicação, garantindo quantidade e qualidade na “devolução à natureza”, possibilitando a manutenção do seu ciclo e, conseqüentemente, a conservação da oferta (SANTOS *et al.*, 2013).

O nível de consciência do público usuário influencia diretamente no padrão de racionalidade do consumo. O desperdício, as perdas, o mau uso e a má gestão da água estão associados, em boa parte, ao comportamento negligente de uso por parte das pessoas, empresas ou órgãos públicos, com ou sem consciência sobre o valor da água e suas limitações, o que pode ser amenizado através de campanhas de conscientização.

Atuando, também, na redução da demanda, o uso racional da água pode ser obtido através da correção de vazamentos, redução de perdas e da instalação de equipamentos poupadores de água no sistema hidráulico (SANT’ANA, 2014), bem como através do uso de fontes alternativas, como o Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva.

Embora o uso racional da água e a substituição de componentes convencionais por mecanismos economizadores tenham a mesma função, esse último não necessita da conscientização e sensibilização dos usuários, pois eles já fazem o papel da redução de consumo, alcançada independentemente da ação do usuário, o que, por sua vez, não impede que os usuários participem do controle do uso das águas através de outras medidas e ações que contribuam para o uso racional.

Destarte, a implementação dessas ações, um bom planejamento e monitoramento do uso da água, o desenvolvimento das tecnologias para redução do seu consumo e utilização de equipamentos e sistemas eficazes, aliado à conscientização dos usuários, proporcionam uma melhor gestão da demanda de água, implicando em significativa redução dos índices de consumo e propiciando a conservação dos recursos hídricos.

2.2. Gestão das águas

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), nas últimas duas décadas, a demanda de água cresceu cerca de 80% e a previsão é de que essa demanda vai aumentar mais 30% até o ano de 2030.

Quando existe crescimento da demanda podem surgir conflitos entre usuários, fazendo com que haja necessidade de serem propostas medidas de controle, os quais podem vir a reduzir o acesso à água de boa qualidade. Dentre as medidas de controle encontra-se a gestão dos recursos hídricos, que existe para minimizar e/ou evitar tais situações, além de auxiliar na tomada de decisão no momento que o referido conflito acontece (PEREIRA, 2012).

A gestão de águas é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes para o preparo de documentos orientadores e normativos, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. (SETTI *et al.*, 2002). Portanto, a principal finalidade da gestão dos recursos hídricos consiste em satisfazer a demanda, considerando as possibilidades e limitações da oferta/disponibilidade de água (BRAGA, 2009).

Essa gestão se preocupa com o uso otimizado e eficiente da água disponível viabilizada pela oferta, a proteção dos recursos hídricos, além da redução de desperdícios pelos seus usuários. Sendo assim, a formulação de princípios e diretrizes de apoio ao planejamento, conjuntamente com as ações mitigadoras, proporcionam um melhor manuseio da água.

Na gestão de oferta de água, recursos são desenvolvidos de acordo com as necessidades humanas, sendo entendido como um recurso praticamente ilimitado (SILVA, 2011). A Gestão da Demanda de Água (GDA), por outro lado, aceita a finitude dos recursos hídricos e se concentra na melhoria da eficiência, fazendo mais do mesmo, utilizando menos água (BRANDES; KRIWOKEN, 2005). Logo, a proposta da GDA é melhorar a eficiência do uso da água em suas diversas finalidades.

2.3. Instrumentos legais de planejamento e gestão da demanda de água

Para uma gestão mais eficiente da demanda de água, é necessário e importante conhecer quais medidas, planos, instrumentos e programas podem ser adotados para a redução do consumo de água, bem como as legislações referentes à essa temática.

2.3.1. *Âmbito internacional*

No âmbito internacional, a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) tem como foco de atuação não apenas os aspectos econômicos da água, mas também aos aspectos ambientais sobre gestão de recursos hídricos. Entre as recomendações do conselho da OCDE (OCDE, 2016) estão uma boa governança hídrica, a garantia de financiamento sustentável, a administração da quantidade de água por meio da combinação de políticas que gerenciem a sua demanda e o uso eficiente das águas superficiais e subterrâneas.

Segundo Marinho (2007), vários países já criaram incentivos e/ou regulamentações visando programas de conservação de água, como por exemplo, o Japão, onde foram alteradas as regras da construção civil, tendo sido os condomínios, hotéis e hospitais desse país construídos com sistemas particulares de reaproveitamento de águas.

Nos EUA, o governo instituiu em 1992 o *Federal Energy Policy Act* (EPact), criando, em esfera nacional para aquele país, normas padronizadas de eficiência do uso da água para bacias sanitárias, mictórios, chuveiros e torneiras fabricados após janeiro de 1994. A base de ação desse ato possui três componentes: o estabelecimento de padrões máximos do uso da água por equipamentos hidráulicos, requisitos de marcação dos produtos e recomendações de programas de incentivo estaduais e locais para substituição dos equipamentos (MARINHO, 2007).

2.3.2. *Âmbito nacional*

No Brasil, na década de 1930, foi promulgado o Código de Águas – Decreto nº 24.643/1934. Entretanto, esse diploma jurídico não previa meios de combater o desequilíbrio hídrico e os conflitos de uso em vista do aumento das demandas e de mudanças institucionais. O marco inicial de uma nova fase para a gestão dos recursos hídricos, por sua vez, ocorreu com a aprovação da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a qual tem o principal objetivo garantir a disponibilidade necessária de água em quantidade e qualidade adequada para a atual e as futuras gerações.

Para alcançar seus objetivos, a Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) adotou instrumentos de gestão dos recursos hídricos que contribuem para um melhor planejamento da utilização da água e são aplicados com o intuito de estimular a conservação desse recurso.

Dentre os instrumentos previsto na Lei nº 9.433/1997, a outorga e a cobrança pelo uso da água são os que estão mais diretamente associados com a gestão de demanda.

A outorga de uso dos recursos hídricos, é um mecanismo pelo qual o usuário recebe autorização, concessão ou permissão para fazer uso da água, visando promover o seu uso adequado sob o ponto de vista da sociedade como um todo.

A cobrança tem como um de seus principais objetivos incentivar a racionalização do uso da água. Por reconhecer a água como bem econômico, esse instrumento ajuda a induzir o usuário aos procedimentos de conservação, recuperação e manejo sustentável dos corpos hídricos, dando ao usuário a real indicação de seu valor.

Também, tem por objetivo estimular o investimento em reúso, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, objetivo esse tratado na Resolução nº 48, de 21 de março de 2005, do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH), a qual estabelece seus critérios gerais pelo uso dos recursos hídricos.

O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas - ANA (instituída pela Lei nº 9.984/2000) é a maior referência para o acompanhamento sistemático dos recursos hídricos, disponibilizando à sociedade dados, estatísticas e indicadores relacionados à água. O relatório de 2018 (Informe, 2018), o qual é a décima edição do Conjuntura, atualiza as principais informações sobre a quantidade e a qualidade da água, seus diferentes usos e as ações de gestão empreendidas para minimizar os impactos das crises hídricas nos últimos anos.

Outros programas nacionais, como o Programa de Desenvolvimento do Setor Água (INTERÁGUAS), o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) e a Associação Brasileira dos Fabricantes e Materiais para Saneamento - Grupo Setorial Instalações Prediais (ASFAMAS - IP), visam contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, mediante planejamento, ações e gestão dos recursos hídricos. Além disso, promovem o uso racional e sustentável da água, auxiliando sua gestão de demanda e oferta em seus diversos tipos de uso.

O PNCDA objetiva identificar e implantar um conjunto de medidas que forneçam uma economia dos volumes de água demandados para o consumo nas áreas urbanas, revertendo o quadro de desperdício.

A ASFAMAS - IP iniciou o Programa de Garantia da Qualidade de Aparelhos Economizadores de Água, o qual seus principais objetivos são:

- Apoiar e promover a melhoria da qualidade dos aparelhos economizadores de água, garantindo o adequado desempenho dos produtos e a efetiva redução do consumo de água nos sistemas hidráulicos prediais;
- Criar uma estrutura técnica e administrativa que permita a produção e comercialização de aparelhos economizadores de água com características controladas, de modo a se garantir o desempenho satisfatório e o atendimento aos Programas para o Uso Racional da Água (PURAs) e ao PNCDA.

A Lei Federal nº 13.312/2016 (BRASIL, 2016) estabelece que novos edifícios, a partir de 2021, devem adotar hidrômetros individuais para medir o consumo de água por apartamento. A medição individualizada tem como objetivo a redução do desperdício de água familiar. Além disso, com a execução da lei os condôminos pagarão um valor mais justo na taxa de água, pois o hidrômetro permite discriminar o consumo de cada apartamento, dividindo apenas os gastos referentes às áreas comuns. Entretanto, essa medida não atinge condomínios construídos antes da resolução.

As principais normas da ABNT que incidem diretamente sobre Sistemas Prediais de Água são a ABNT NBR 15575/2013 partes 1 e 6 (Requisitos gerais e Requisitos para os sistemas hidrossanitários, respectivamente), a ABNT NBR 5626/1998 (Norma de instalações água fria) e a ABNT NBR 7198/1993 (norma de instalações de água quente).

Todas essas normas estão relacionadas com gestão de demanda de água. Porém, enquanto a primeira está diretamente relacionada ao uso racional da água, as duas últimas se referem aos equipamentos utilizados nas instalações hidráulicas e como podem contribuir com a diminuição de perda de água. Vale ressaltar que na NBR 5626/1998 não é estimulado o uso de aparelhos poupadores em projetos de instalações prediais de água fria, medida importante que deveria ser priorizada nas normas e leis vigentes do país.

Sobre aparelhos poupadores de água, a norma NBR 15491/2010 (Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias – Requisitos e Métodos) recomenda que todas as bacias sanitárias comercializadas no país atendam ao volume reduzido de 6 litros. O mercado brasileiro acatou a normatização e disponibilizou bacias sanitárias com descarga de duplo acionamento, sistema que possui as opções de 3 e 6 litros de água, usadas para o escoamento dos dejetos líquidos e sólidos, respectivamente (DEBOITA; BACK, 2014).

No Brasil, embora existam normas técnicas específicas que retratam sobre aparelhos poupadores e que trazem especificações para projeto e execução dos sistemas, o único aparelho poupador e de uso obrigatório estabelecido em normas é a bacia sanitária

de volume de descarga reduzido (VDR). Em compensação, a população já utiliza alguns desses equipamentos no seu uso diário, tornando isso cada vez mais uma ação comum.

As normas brasileiras que versam sobre o aproveitamento de água pluvial são a ABNT NBR 15527/2007 (Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis) e ABNT NBR 10844/1989 (Instalações prediais de águas pluviais). Além disso, a Lei nº 13.501/17 acrescentou um objetivo a Lei nº 9.433/97: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”.

Outra medida nesse sentido é a tentativa de aprovação, desde 2015, do Projeto de Lei do Senado nº 324 que busca obrigar a incluir nas novas construções a captação de água pluvial e o reuso não potável.

Ainda nesse cenário, o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas), objetiva a promoção do acesso à água para o consumo humano e para a produção de alimentos por meio da implementação de tecnologias sociais simples e de baixo custo. O semiárido brasileiro é a região prioritária do programa. Para essa região, o programa está voltado à estruturação das famílias e a promoção da convivência com a escassez de chuva utilizando a tecnologia de cisternas de placas, que são reservatórios de armazenamento da água de chuva para utilização nos oito meses do período de estiagem na região.

2.3.3. Âmbito estadual

Com relação aos programas estaduais, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018) todos os estados brasileiros possuem um órgão gestor de recursos hídricos, uma lei estadual de recursos hídricos que apresenta ferramentas de gestão estabelecidas pela PNRH e um Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

Em São Paulo foi criado, em 1995, o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP) que estabelece normas e diretrizes para o uso racional da água em edifícios e abrange atividades como a caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores e suas instalações e controle de perdas.

No caso da Paraíba, a Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010, criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, que tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação e reaproveitamento de água nas novas edificações residenciais e comerciais, bem como nas edificações públicas estaduais.

Segundo o art. 7º da referida Lei, a Paraíba poderá adotar, em todos os empreendimentos imobiliários realizados com recursos públicos, que venham a ser construídos a partir desta lei, dispositivos hidráulicos visando o controle e a redução do consumo de água. Os dispositivos hidráulicos consistem em:

I - Torneiras para pias, registros para chuveiros e válvulas para mictórios, acionadas manualmente e com ciclo de fechamento automático ou acionadas por sensor de proximidade;

II - Torneiras com acionamento restrito para áreas externas e de serviços;

III - Bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (VDR);

IV - Sistema hidráulico que permita o reaproveitamento da água proveniente de chuveiros, banheiras, tanques e máquinas de lavar para a descarga nos vasos sanitários ou para uso não potável, como lavagem de calçadas e áreas externas.

Além disso, o Decreto nº 33.613/2012 regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, prevista na Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996.

2.3.4. Âmbito municipal

Os municípios possuem uma grande responsabilidade na proteção dos recursos hídricos e, sem seu apoio, não é possível integrar a gestão territorial e hídrica de maneira eficaz, visto que eles possuem a função precípua de planejar o ordenamento urbano, o que inclui a relação equilibrada entre ocupação urbana e recursos hídricos.

Para regular o uso indiscriminado da água nas áreas urbanas é necessária uma legislação municipal compatível com o aparato legal federal, bem como com as leis ambientais, de forma que os municípios possam participar da gestão dos recursos hídricos acompanhando a evolução das legislações e a adaptação às suas peculiaridades locais, garantindo que o crescimento urbano ocorra de maneira sustentável.

Dentre os instrumentos legais que regulam o planejamento e gestão das cidades destaca-se o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001). O Estatuto estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos na busca do desenvolvimento sustentável.

Dentro dessa lei há, também, um instrumento importante para o planejamento urbano: o Plano Diretor. Previsto nos artigos 4º e 40, o Plano Diretor define as políticas públicas que visam o planejamento e a utilização dos recursos hídricos de forma integrada à ocupação adequada do solo, ganhando destaque na regulamentação dos recursos

hídricos, pois segundo Santin e Corte (2010) permite que cada município observe as suas especificidades durante a formulação, como também impõe que o cidadão apresente um papel mais ativo, participando de forma direta e integrada com o Poder Público em busca da sustentabilidade.

Apesar da importância, no município de Campina Grande/PB, ainda não existe leis municipais que tratem sobre a gestão de demanda de águas especificamente. Porém, a cidade conta com um Plano Diretor, exposto na Lei Complementar Nº 003/2006, bem como com a Lei Complementar Nº 042/2009 a qual instituem o Código de defesa do meio ambiente e dá outras providências.

Cabe destacar, ainda, a Lei nº 5.410/2013, que dispõe sobre o Código de Obras do município de Campina Grande, diploma que traz diretrizes fundamentais para garantir o uso racional da água nos objetos edificados, permitindo que o crescimento urbano ocorra de maneira sustentável.

2.4. Alternativas de gerenciamento da demanda de água

As medidas aplicadas na gestão da demanda urbana de água são frequentemente agrupadas em três categorias principais: medidas sócio-políticas; estruturais e técnicas; econômicas e financeiras (GUEDES; RIBEIRO; VIEIRA, 2015; SHARMA; VAIRAVAMOORTHY, 2009), as quais tendem a funcionar de forma integrada entre si:

- Medidas sócio-políticas: regulamentos, decretos e legislação que induzam o uso racional da água; ações educacionais para os usuários.
- Medidas econômicas e financeiras: tarifação, impostos, incentivos e penalizações que induzam o aumento da eficiência da concessionária de água e o uso racional da água pela população consumidora.
- Medidas estruturais e técnicas: controle de vazamentos e perdas, incluindo monitoramento automatizado e individualizado; uso de dispositivos de economia de água; uso de fontes alternativas, como reuso de águas pluviais e águas cinzas.

De acordo com Braga (2001), entre as principais alternativas de gerenciamento de demanda de água estão: o controle de vazamentos em redes de abastecimento e edificações; a legislação para medição individualizada; a outorga dos direitos de uso da água; o programa de educação ambiental escolar; o sistema de reuso de água industrial e residencial; a tarifação de água tratada; a captação de água de chuva; a medição

individualizada em edifícios; a cobrança pelo uso da água; o somatório da cobrança com a outorga e tarifação e, por fim, equipamentos poupadores de água.

O uso de equipamentos poupadores de água é uma medida técnica que tem ganhado destaque e se mostra eficiente e particularmente interessante para edificações já construídas, uma vez que é pouco invasiva. A captação de água de chuva também é uma fonte alternativa à água, a qual consiste em um conjunto de elementos, de tecnologia relativamente simples, objetivando a captação e armazenamento de água de chuva para uso futuro. Dito isso, essas alternativas foram escolhidas para realizar o estudo da gestão de demanda de água nessa pesquisa, sendo melhor descritas a seguir.

2.4.1. Aparelhos Poupadores

No Brasil, o uso de aparelhos economizadores de água vem crescendo de forma acelerada, com destaque para prédios de uso público, tais como shopping centers, teatros, cinemas, escolas, entre outros. O uso desses aparelhos é adotado por reduzir as despesas com água e esgoto, além de ganhar caráter ambiental. Essas tendências também ocorrem nas edificações residenciais, principalmente nas populares, mas em menor escala (MENDONÇA, 2009; OLIVEIRA; ILHA; REIS, 2007).

Trata-se de uma estratégia de conservação direcionada por ações que dependem menos de hábitos e motivação permanente, e mais da tomada de decisão racional relativa à aquisição de componentes poupadores (MOREIRA, 2001). A ação tecnológica de introdução de componentes economizadores de água implica na troca dos aparelhos hidrossanitários convencionais por tecnologias que funcionam com uma vazão reduzida.

O principal objetivo da substituição dos componentes convencionais por economizadores de água é reduzir o consumo independentemente da disposição do usuário em mudar de comportamento. A ação deve ser realizada quando o sistema estiver totalmente estável e sem nenhuma perda de água por vazamento (MARINHO, 2007).

Conforme abordado anteriormente, o único aparelho poupador e de uso obrigatório que se encontra em normas brasileiras é a bacia sanitária de volume reduzido (VDR). Demais aparelhos poupadores não estão inseridos em normas para uso obrigatório.

O chuveiro convencional, por ser um dos grandes responsáveis pelo consumo de água, vem sendo equipado com um acessório chamado de restritor de vazão, que diminui em até 8 l/min o consumo de água. Outro equipamento importante para economia de água

é o arejador de vazão que proporciona uma redução de até 6 l/min no consumo de água das torneiras de lavatórios (CUNHA *et al.*, 2012).

Nas torneiras acionadas por pressão manual, com os pés ou por meio de sensores infravermelhos é possível obter uma economia no consumo de água entre 30 e 70%. Válvulas automáticas para mictórios e válvulas reguladoras da vazão de chuveiro elétrico também auxiliam na redução de consumo (TOMAZ, 2010).

O valor percentual de economia de água fornecida por esses equipamentos pode variar em função da pressão do ramal de alimentação, da tecnologia do equipamento, das características próprias de construção e funcionamento, da frequência de uso, do tempo de acionamento e do comportamento decorrente dos hábitos dos usuários.

Diversos estudos têm sido realizados acerca da racionalização do uso da água a partir da implementação de aparelhos poupadores e outras alternativas. Na Tabela 1 é mostrado um resumo das medidas implementadas por alguns autores, o local onde fizeram o estudo, e o percentual de economia da água obtido.

Tabela 1 - Resultados de estudos sobre alternativas de gestão de demanda de água.

Autor	Local	Medida implementada	Economia de água
Albuquerque (2004)	Casas e edifícios (Bairro Universitário - Campina Grande/PB)	Aparelhos hidrossanitários poupadores, captação de água de chuva, reuso de água e medição individualizada.	142.043,12 m ³ /ano (0,615% da quantidade de água fornecida anualmente para a cidade de Campina Grande e 74,5% do consumo anual de água do setor).
Guedes (2009)	Setores residencial e público (Campina Grande/PB)	Troca de aparelhos convencionais por poupadores e medição individualizada.	Setor residencial: redução de 33%; Setor público: economia de 25%.
Scardua <i>et al.</i> (2014)	Domicílios (Gama/DF)	Aparelhos poupadores de água	Redução de 41,29% do consumo final.
Guerra (2014)	Hotéis (João Pessoa e Campina Grande/PB)	Aparelhos poupadores de água	Redução do consumo de água de 62% para João Pessoa e 63% para Campina Grande.
Barros, Rufino e Miranda (2016)	Edifícios verticais (Bairro Catolé - Campina Grande/PB)	Aparelhos poupadores de água	83,26% do consumo final.
Silva <i>et al.</i> (2017)	Oito bairros (Caruaru/PE)	Aparelhos poupadores de água	Economia de água de até 40%.

Fonte: Autoria própria.

2.4.2. Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC)

O sistema de aproveitamento de água de chuva é uma fonte alternativa à água potável e não potável. Contudo, em virtude de ser necessário algum investimento em seu sistema, a maioria das pessoas evita a sua inclusão nas suas habitações. Para Walsh *et al.* (2014) o aproveitamento de água de chuva é capaz de complementar as demandas de água, reduzir os custos do serviço de abastecimento de água e proporcionar a possibilidade de armazenamento de água de chuva em espaços limitados.

Dessa forma, o SAAC configura-se como uma boa alternativa, aumentando a oferta de água, além de funcionar como medida não estrutural ao sistema de drenagem (AMORIM e PEREIRA, 2008).

Dentre as suas principais vantagens estão a conservação dos recursos hídricos disponíveis, a redução do risco de enchentes e erosões em áreas urbanas, a redução do escoamento superficial, a redução dos custos associados às tarifas de água e não necessita de tratamentos complexos, pois a água captada possui baixa concentração de poluentes, além de apresentar uma instalação de rápida e simples execução.

Marinoski (2007) realizou um estudo sobre a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva com o objetivo de verificar o potencial econômico em um instituto de educação em Florianópolis. A autora obteve resultados positivos e um tempo de retorno de 4 anos e 10 meses.

2.4.3. Fases e componentes do SAAC

Para a implantação correta desse sistema, é necessário um conhecimento prévio sobre o funcionamento e os componentes envolvidos de um SAAC. O sistema é composto por: área impermeabilizada de captação; calhas e condutores verticais; filtro autolimpante; reservatório de descarte da água de limpeza do telhado (água da primeira chuva); reservatório de armazenamento e tratamento da água.

- I. **Captação:** O telhado de um edifício é, normalmente, a primeira escolha para a captação dessas águas. Por meio de inclinação, conduzem para uma mesma direção as águas provenientes das chuvas que serão captadas pelas calhas e condutores e encaminhadas para armazenamento.
- II. **Transporte:** as calhas e condutores permitem recolher a água pluvial proveniente da superfície de captação e conduzem a água até o reservatório.

- III. Filtragem:** um telhado é uma superfície de deposição natural de folhas, galhos, insetos, fezes de animais e outros resíduos transportados pelo ar. Para impedir que esses poluentes atinjam o depósito, utilizam-se os componentes da filtração que são a parte do sistema que exige mais manutenção.
- IV. Armazenamento:** os reservatórios são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água situados em pontos estratégicos do sistema de modo a atenderem as seguintes situações: garantia da quantidade de água; garantia de adução com vazão e altura manométrica constantes; menores diâmetros no sistema; melhores condições de pressão (GOUVEIA, 2017).
- ✓ **Distribuição:** Normalmente efetuada recorrendo ao uso de bombas. São mais raros os sistemas em que a distribuição se faz por gravidade. A distribuição por bombagem consiste no transporte da água pluvial com recurso a uma bomba e energia elétrica.
 - ✓ **Tratamento:** Para o caso dos sistemas não potáveis, o tratamento consiste apenas numa filtração simples, com o crivo de folhas nas calhas e o dispositivo de filtração. Como o presente trabalho só abrange os sistemas não potáveis, a etapa do tratamento do aproveitamento de água pluvial não é muito relevante neste caso específico e só será necessário em circunstâncias muito particulares ou em casos raros de contaminação.

2.4.4. Dimensionamento do SAAC

A eficiência da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva depende de fatores como a demanda de água, a área de captação, a precipitação do local, o tipo de material da superfície de captação e o orçamento disponível.

2.4.4.1. Demanda de água

O dimensionamento do sistema inicia-se com a determinação da vazão diária demandada de água de chuva ou do volume mensal demandado. Essa demanda representa um ou todos os pontos de consumo no empreendimento que permitam a utilização de água de chuva. O atendimento total ou parcial da demanda depende da qualidade da água captada, da área de captação disponível e dos índices pluviométricos da localidade, bem como de uma análise de viabilidade econômica do sistema.

2.4.4.2.Área de Captação

A área de captação pode ser qualquer superfície impermeabilizada, dando-se preferência aos telhados que possibilitem a captação da água com melhor qualidade. Telhados com alguma inclinação facilitam a captação de água de chuva e reduzem as perdas. A determinação da área de captação deve, preferencialmente, seguir as diretrizes da ABNT NBR 10844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais. Contudo, caso não haja informação suficiente para a determinação dessa área, imagens de geoprocessamento é uma outra maneira de obter esse valor aproximado.

2.4.4.3.Coefficiente de Escoamento

O coeficiente de escoamento superficial (Tabela 2), quociente entre a água que escoam superficialmente e o total da água precipitada, depende do material do telhado, o qual influencia na qualidade da água captada. Os valores de coeficiente de escoamento mais próximos de 1 são mais indicados para a captação de água de chuva, pois indicam uma perda menor de água na captação.

Tabela 2 - Coeficientes de escoamento superficiais.

MATERIAL DO TELHADO	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz, 2011.

2.4.4.4.Precipitação

Para ROCHA (2009) a quantidade e a distribuição das precipitações influenciam diretamente o dimensionamento dos reservatórios ou cisternas. Quanto mais regulares e mais distribuídas as chuvas, menores os reservatórios de armazenamento, pois à medida que a água é consumida há uma reposição em um intervalo de tempo (SOUZA, 2015).

Existem vários métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais, que fazem uso de períodos chuvosos e não chuvosos, bem como uma longa série histórica de precipitação para bem representar a variabilidade local (ROCHA, 2009; GIACCHINI, 2010). Os dados podem ser utilizados em intervalos de tempo diário ou mensal, dependendo do modelo adotado (SOUZA, 2015).

2.4.5. Dimensionamento de reservatório

O dimensionamento da capacidade do reservatório para armazenamento de água pluvial é um dos pontos cruciais na implantação do sistema, pois é, normalmente, o item mais caro do projeto, impactando significativamente o tempo de retorno do investimento. É também o principal fator a influenciar na confiabilidade do sistema, ou seja, desempenha um papel importante em evitar ocorrências em que a quantidade de água no reservatório é insuficiente para atender à demanda (RUPP; MUNARIM; GHISI, 2011).

A seguir serão citados alguns métodos de dimensionamento abordados na NBR 15527/2007, os quais são utilizados nesse trabalho.

2.4.5.1. Método de Rippl

O Método de Rippl, também chamado de Método do Diagrama de Massas, é o que mais aparece nas bibliografias que tratam desse assunto atualmente. Campos *et al.* (2007) comentam que o método é o mais utilizado, especialmente por sua fácil aplicação. Entretanto, há algumas críticas sobre sua utilização, baseadas principalmente no fato de ter sido, a princípio, desenvolvido para grandes reservatórios, o que acarretaria uma superestimativa do volume a ser reservado (PEREIRA; AMORIM, 2008).

O método consiste na determinação do volume com base na área de captação e na precipitação registrada. Campos (2004) recomenda que, quanto menor o intervalo nos dados pluviométricos, maior será a precisão no dimensionamento. Muitas vezes, devido à ausência de dados, utilizam-se valores mensais, que também apresentam resultados satisfatórios, além de tornar o procedimento de cálculo menos trabalhoso (PEREIRA; AMORIM, 2008).

Para o dimensionamento, devem ser determinados o volume de chuva aproveitável através do Coeficiente de Runoff, da área da superfície de captação e da precipitação da chuva, de acordo com a Equação 2.1, utilizando-se precipitações médias mensais em um período de janeiro a dezembro para o cálculo em base mensal. Em seguida, determina a demanda ou consumo médio de água para, assim, encontrar o volume de água no reservatório, de acordo com a Equação 2.2. O volume do reservatório (Equação 2.3) será o somatório dos volumes calculados no período de tempo em estudo.

$$Q_{(t)} = C * P * A \quad \text{Equação 2.1}$$

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{Equação 2.2}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0 \quad \text{Equação 2.3}$$

$$\text{Sendo que: } \sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$$

Onde: $S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $Q(t)$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ; $D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ; P é a precipitação da chuva diária, mensal ou anual; A é a área de captação da chuva; V é o volume do reservatório; C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.4.5.2. Método da Simulação

Este método consiste basicamente na fixação de um volume para o reservatório e na verificação do consumo que será atendido desprezando a evaporação. Além disso, o reservatório deve estar cheio no início da contagem do tempo " t ".

Tomaz (2005) salienta que esse é um método aplicado através de tentativas e erros, onde se supõe conhecer a demanda e o volume do reservatório. O autor ainda ressalta que, neste método os dados históricos são representativos para condições futuras.

Da mesma forma que o método de Rippl, para o dimensionamento, devem ser determinados o volume de chuva aproveitável através do Coeficiente de Runoff, da área da superfície de captação e da precipitação da chuva, de acordo com a Equação 2.4, utilizando-se precipitações médias mensais. Porém, em seguida, encontra-se o volume de água no reservatório através da demanda média de água e o volume de água no reservatório o tempo $t-1$, de acordo com a Equação 2.5.

$$Q_{(t)} = C * P * A \quad \text{Equação 2.4}$$

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{Equação 2.5}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Onde: $S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$; $Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t ; P é a precipitação da chuva diária, mensal ou anual; A é a área de captação da chuva; $D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t ; V é o volume do reservatório fixado; C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.5. Caracterização e sistema de classificação do Setor Hoteleiro

Em função da tipologia da edificação, edifícios podem ser classificados quanto ao uso do solo (habitação permanente ou transitória) ou entre habitacional e não habitacional e entre público ou privado.

Os hotéis classificam-se como habitação transitória, edificações com unidades habitacionais destinadas ao uso transitório, onde são recebidos hóspedes mediante pagamento de diárias. Classificados também como não habitacional, quando a pequena parte do prédio, isto é, menos de metade da sua área bruta, é usada para fins de moradia (SOARES, 2010).

São estabelecimentos privados que apresentam comportamento semelhantes aos estabelecimentos públicos, ou seja, acessíveis ao público, porém, apenas em determinado horário e mediante diversas condições tais como pagamento de ingresso e/ou despesas pela utilização do local e/ou serviços (PUIME, 2014).

Com relação ao uso da água nas áreas urbanas, os hotéis encontram-se na categoria de “Consumo comercial”, juntamente com restaurantes, hospitais, serviços de saúde, lavanderias, auto-postos, lava-rápidos, clubes esportivos, bares, lanchonetes e lojas (TOMAZ, 2000 *apud* GONÇALVES *et al.*, 2006).

Também podem ser classificados de acordo com o padrão de serviços e instalações; em função de sua localização (hotéis de praia, de cidade, de campo, de aeroporto); de acordo com o porte (de grandes redes a pequenos hotéis); quanto à propriedade (sociedade aberta, sociedade limitada); quanto às cadeias de hotéis (nacionais, internacionais ou independentes); ou conforme o propósito a que se destina (hóspedes em viagem de lazer ou hóspedes em viagens de negócios) (NUNES, 2004).

Cabe destacar, ainda, que o Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR), autarquia especial do MTUR, definiu o Sistema Oficial de Classificação dos Meios de Hospedagem no Brasil (SBClass), pela Portaria n° 100/2011, a qual criou um sistema de classificação para aumentar a competitividade do setor hoteleiro. Esse sistema define requisitos e características por tipos de hospedagem (hotel, resort, hotel fazenda, cama e café, hotel histórico, pousada ou flat/apart-hotel) e categorias (uma até cinco estrelas) que avaliam indicadores referentes à gestão do empreendimento e à qualidade dos serviços oferecidos e instalações que os estabelecimentos devem seguir.

Cabe mencionar que a adoção e adesão ao sistema de classificação oficial é um ato voluntário dos meios de hospedagem interessados em fazer parte de um referencial

informativo de cunho oficial, destinado a orientar os mercados turísticos, interno e externo (GORINI; MENDES, 2005).

2.6. Gestão de água e sustentabilidade em empreendimentos hoteleiros

Com a expansão do setor hoteleiro, cresce também a preocupação dos impactos causados no meio ambiente. Segundo SANTOS (2005), ainda que o segmento não possua um histórico de degradação ambiental, os danos causados pelas diversas unidades hoteleiras somadas podem representar uma ameaça à natureza, uma vez que o setor hoteleiro utiliza um grande volume de água para suas atividades, sendo potencialmente impactante à disponibilidade dos recursos hídricos.

Frente a isso, alguns hotéis estão despertando para a problemática ambiental e para realização de atitudes ambientalmente responsáveis. Essa tem sido uma maneira encontrada pelos hoteleiros de reduzir custos, criar uma boa imagem perante o cliente e firmar um diferencial competitivo diante da concorrência acirrada.

As vantagens da adoção de práticas ambientais para a hotelaria, segundo a *International Hotels for Environmental Initiative* (IHEI, 1994) residem em: oportunidades de redução de consumo e, conseqüentemente, os custos dos hotéis; preferência de hóspedes por requisitos ambientais no momento de escolher o local onde querem se hospedar; melhoria da imagem da empresa perante seus empregados e demais partes interessadas; evitar problemas com a legislação; solução dos problemas ambientais globais e regionais; redução do consumo de água, energia e outros insumos.

A IHEI desenvolveu o “Manual de Melhores Práticas para Hotéis”, o qual serve como guia para os hotéis que buscam implantar um modelo sustentável, sendo de grande importância para a gestão do uso da água e conservação de outros recursos naturais.

No âmbito internacional, destaca-se a ABAE (Associação Bandeira Azul da Europa), Organização não Governamental de Ambiente (ONGA), sem fins lucrativos, a qual em 2017 propôs um conjunto de critérios (KEY, 2017) para os empreendimentos turísticos, nos períodos de 2016 a 2020. O critério IV é relacionado ao consumo de água. Os seus ditames encontram-se descritos no Quadro 1.

No Brasil, o órgão privado que representa os meios de hospedagem é a Associação Brasileira da Indústria de Hotéis (ABIH), tendo como principais finalidades: colaborar para o desenvolvimento turístico sustentável, econômico e social do País e interagir com outras entidades, empresas e organismos, nacionais e internacionais na defesa dos interesses da hotelaria e para o desenvolvimento sustentável do turismo.

Quadro 1 - Alguns das Medidas utilizadas pelo Green Key para GDA.

Medidas estabelecidas no Critério IV do Green Key
1) O consumo de água deve ser registrado, pelo menos, uma vez por mês.
2) Os autociclos não devem utilizar mais de 6 litros de água por descarga.
3) O fluxo de água em, pelo menos, 75% dos chuveiros dos quartos, não deve exceder os 9 litros por minuto.
4) O fluxo de água em, pelo menos, 75% das torneiras dos quartos, não deve exceder os 8 litros por minuto.
5) Os urinóis das áreas públicas do estabelecimento devem ser equipados com sensor e/ou sistema de poupança de água.
6) As máquinas de lavar louça não devem consumir mais de 3,5 litros de água por ciclo.
7) Próximo das máquinas de lavar devem existir instruções para poupança de água e energia.
8) As novas máquinas de lavar louça e roupa não deverão ser equipamentos do tipo doméstico convencional.
9) Instalados contadores de água nas áreas com maior consumo de água.
10) As piscinas são cobertas ou possuem outros sistemas no sentido de limitar a evaporação.
11) São realizadas avaliações regulares às piscinas para despistar eventuais fugas.

Fonte: (Key, 2017).

Ademais, em 2004, o Instituto de Hospitalidade, em parceria com o Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável (CBTS) publicou a Norma Nacional para Meios de Hospedagem – Requisitos para a Sustentabilidade: NIH-54:2004, a qual estabelece requisitos para que meios de hospedagem exerçam suas atividades de acordo com os princípios estabelecidos para o turismo sustentável. No tocante ao uso sustentável da água, a referida norma afirma que o empreendimento deve promover a captação e armazenamento de águas pluviais e, quando aplicável, o uso de águas residuais tratadas para atividades como rega, lavagem de veículos e outras aplicações.

Apesar dos esforços, na maioria dos hotéis ainda não há muitas ações concretas voltadas ao uso racional da água, nem quanto à sensibilização dos usuários. Segundo Rifai (2012), em um hotel cinco estrelas de média dimensão, o consumo de água estimado por hóspede por noite é de 170 a 440 litros.

Em âmbito internacional, alguns destinos turísticos estão se tornando foco de investigação, como é o caso do Dubai, onde o excessivo consumo de água subterrânea e aumento da pressão nas instalações de dessalinização poderiam num futuro próximo levar à escassez de água para a população. Alguns hotéis de cinco estrelas deste país, consomem em média mais 250% de água do que os melhores hotéis em categorias equivalentes na Europa (KIM; LINDSTRÖM; WEINBERG, 2013).

Na condição de escassez hídrica atual vivenciada em várias localidades é importante que os gestores de hotéis assumam uma postura mais responsável quanto ao uso dos recursos naturais. Tal mudança de postura pode também tornar o empreendimento financeiramente mais viável pela redução dos gastos com água e energia.

Assim, além das medidas técnicas já discutidas, Carvalho, Naime e Blanco (2009) defendem ainda o emprego de ações educativas simples de alertas nos quartos dos hotéis, como por exemplo, a troca do aviso: “usar novas toalhas, gasta energia para lavagem” pela frase “a maioria dos hóspedes reusa a toalha”.

2.7. O turismo e o setor de hotelaria na Paraíba

A região Nordeste brasileira foi se firmando como espaço turístico devido às características ambientais favoráveis: litoral, clima, praias, vegetação, hospitalidade dos seus habitantes, além das atrações históricas e culturais relevantes para a formação do povo nordestino, como é o caso das festas juninas.

A Paraíba segue a tendência do crescimento do turismo que se observa no Nordeste devido a grandes investimentos dos governos federal, estadual e municipal, proporcionando atrativos e estrutura para receber turistas de todos os lugares (GUERRA, 2014). A Empresa Paraibana de Turismo (PBTur, 2019) divulgou que o fluxo de turistas estrangeiros na Paraíba teve um crescimento de 46,89% durante o ano de 2018, em relação a 2017, recebendo um total de 11.954 turistas estrangeiros. Também recebeu um total estimado de 1.858.927 hóspedes nesse mesmo ano, um aumento de 1,42% em relação ao ano anterior, tendo sido 159.218 só no mês de dezembro.

O levantamento mensal da PBTur revela, também, que a rede hoteleira de João Pessoa registrou em dezembro de 2018 uma ocupação de 68,38% dos quartos disponíveis, tendo recebido no total 1.259.310 hóspedes em sua rede hoteleira, sendo 114.180 só no mês de dezembro.

Em Campina Grande, cidade do interior paraibano, durante os festejos juninos os hotéis chegam a registrar 100% de ocupação (GUERRA, 2014). Durante o período carnavalesco entre os meses de fevereiro e março, o Encontro da Nova Consciência e Consciência Cristã também aumenta a movimentação da cidade. A organização do evento registrou turistas dos 27 estados, resultando no aumento da ocupação na rede hoteleira e na movimentação intensa nos restaurantes, bares e similares da cidade, segundo notícia publicada no site Correio da Paraíba (2019). Assim, observa-se o crescimento da

população nessas localidades e, conseqüentemente, o consumo de água aumenta consideravelmente, principalmente em hotéis.

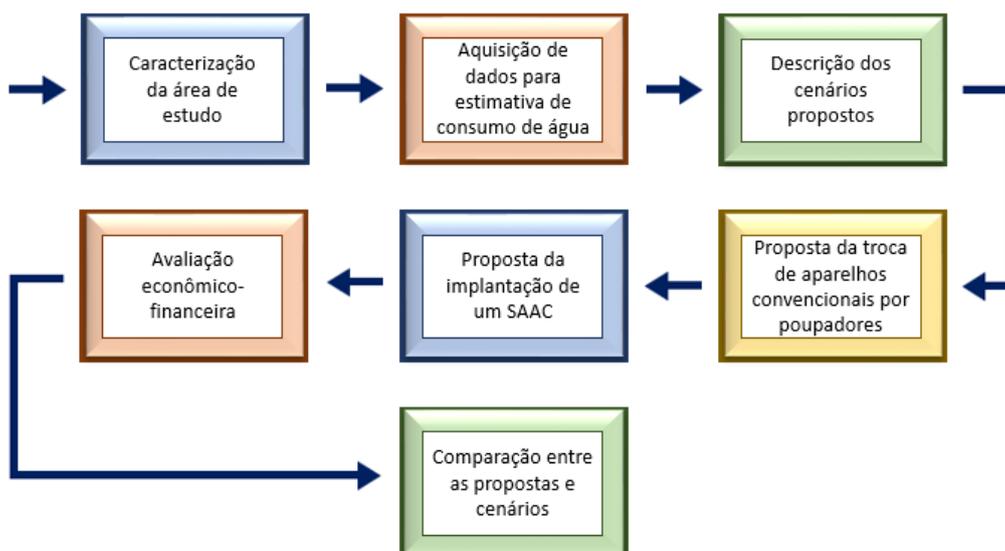
Diante do exposto, é importante que o setor do turismo seja orientado para os princípios sustentáveis, visto que existem cerca de 1,1 bilhão de turistas a nível mundial todos os anos, segundo a OMT (2017). Além disso, o investimento em práticas sustentáveis é benéfico do ponto de vista econômico, onde os gastos na gestão do hotel diminuem consideravelmente. Inclusive, em muitos casos, é possível obter um retorno do investimento em estruturas de reutilização hídrica em até três anos (JAUHARI, 2014).

3. METODOLOGIA

3.1. Considerações iniciais

Para alcançar os objetivos propostos na pesquisa, foram estabelecidas as seguintes etapas metodológicas: (1) Caracterização da área de estudo; (2) Obtenção de dados de consumo de água do hotel; (3) Elaboração e Descrição de cenários; (4) Proposta de implantação de aparelhos poupadores nos apartamentos do hotel; (5) Proposta de implantação de um SAAC no hotel; (6) Estudo da viabilidade econômico-financeira das propostas; (7) Comparação entre os métodos e cenários. O Fluxograma da Figura 1 mostra um esquema das etapas metodológicas seguidas para a realização do estudo.

Figura 1 - Etapas metodológicas utilizadas na pesquisa.



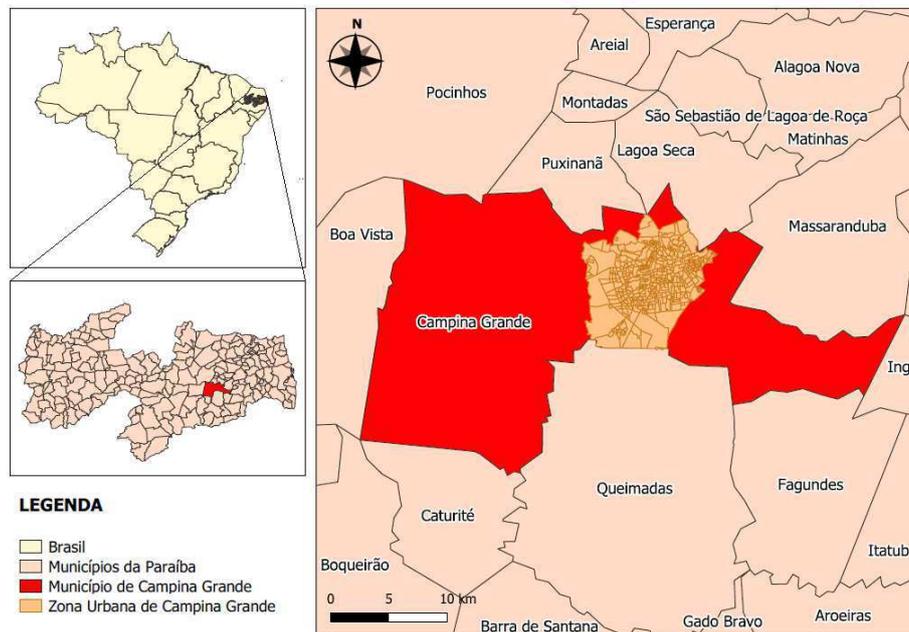
Fonte: Autoria própria.

3.2. Caracterização da área de estudo

3.2.1. O município de Campina Grande

O estudo foi desenvolvido em um hotel localizado na cidade de Campina Grande, situado no semiárido paraibano. Campina Grande (Figura 2) é o maior município do interior da Paraíba com área de 620,6 km². Sua população estimada é de 407.472 habitantes, de acordo com os dados do IBGE (2018). Ainda segundo o IBGE, CG é a segunda maior população do estado, e possui densidade demográfica de 687,11 hab/km².

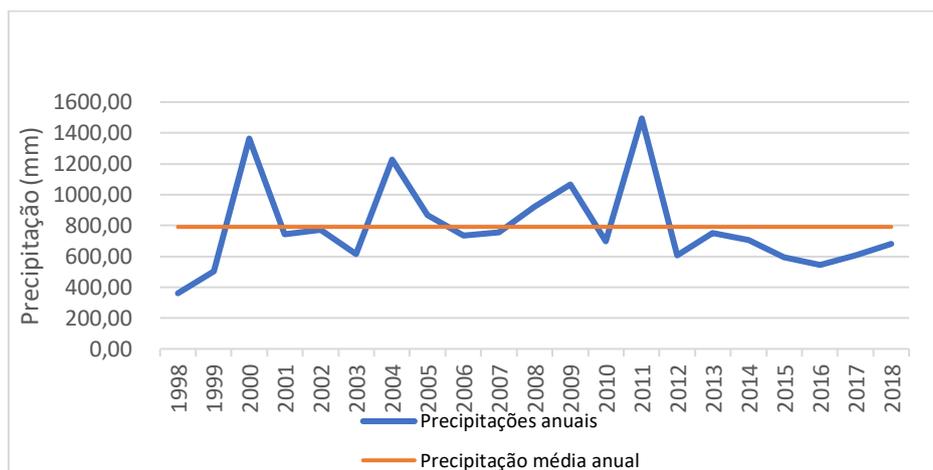
Figura 2 - Localização do município de Campina Grande - Paraíba.



Fonte: Autoria própria.

O município apresenta clima semiárido quente e precipitação média anual de 790,94mm, de acordo com dados da AESA (2019) entre os anos de 1998 e 2018 (Figura 3), com chuvas concentradas nas estações do outono e do inverno.

Figura 3 - Variação de precipitação de Campina Grande entre 1998 a 2018 - Posto EMBRAPA.



Fonte: AESA (2018).

Na questão de turismo, o município sedia variados eventos culturais, destacando-se “O Maior São João do Mundo”, que acontece durante todo o mês de junho e parte do mês de julho, bem como encontros religiosos como o Encontro da Nova Consciência e o Encontro para a Consciência Cristã, realizados durante o carnaval, e o Festival de Inverno, realizado entre os meses de julho e agosto, dentre outros eventos artísticos de menor porte que ocorrem durante todo o ano.

3.2.2. *Garden Hotel*

O objeto de estudo dessa pesquisa é o Garden Hotel (Figuras 4a e 4b), empreendimento de grande porte localizado na rua Eng. José Bezerra, nº 400 - Mirante, Campina Grande – PB, na saída leste da cidade. Foi construído há mais de 30 anos, com sua construção iniciada em 1986 e suas atividades em 2006.

Figura 4 - a) Localização do Garden Hotel e b) Vista frontal do Garden Hotel.



Fonte: Google (2019).

O hotel, classificado como 5 estrelas, possui uma área total construída de 24.000 m² com uma área de jardim de 3.200 m² e um estacionamento com 118 vagas. Possui 192 apartamentos, em um total de 576 leitos, composto por: duas alas, sul e norte, cada uma contando com três pavimentos (térreo, primeiro e segundos andar), piscina térmica e auditório, os quais são localizados em uma área mais baixa.

Além disso, possui 200 banheiros espalhados por todo o hotel, uma cozinha e uma lavadeira, a qual essa última funciona todos os dias, com exceção dos domingos. O número de funcionários totaliza 104 trabalhadores. O hotel ainda fornece diversos tipos de serviços, tais como área de lazer com um enorme parque aquático e piscina interna aquecida, academia, salão de jogos, quadras de tênis, futebol e squash, SPA, auditório com área de 780 m² e capacidade para 776 lugares, salas de reuniões, centro de convenções com capacidade para 1.800 pessoas e um restaurante com bar, com capacidade para 150 hóspedes.

O empreendimento tem seis tipos diferentes de apartamentos, sendo um deles adaptado para portadores de deficiência motora e outro com anexo (contém uma cama de casal e duas camas de solteiro). A Tabela 3 mostra a quantidade de apartamentos para cada tipo de quarto, suas áreas, em m², e a quantidade de banheiros que cada um possui.

Tabela 3 - Características dos apartamentos existentes no Garden hotel.

TIPOS DE QUARTO	Quantidade	Área construída (m²)	Número de Banheiros
Apartamento Superior	86	38	1
Apartamento Luxo	86	40	1
Suíte Júnior	9	44	1
Suíte Presidencial	1	104	1 lavabo 1 banheiro
Apartamento com anexo	6	-	1
Apartamento adaptado para pessoas com deficiência	4	-	1

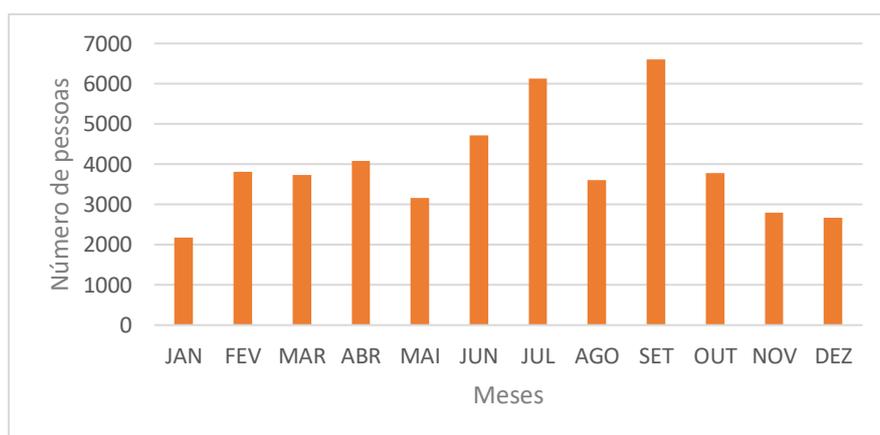
Fonte: Garden Hotel (2019). Adaptado pelo autor.

Os eventos da cidade de Campina Grande costumam atrair um grande público. É comum haver lotação do Garden Hotel com antecedência e durante os eventos realizados. O hotel tem como aspecto positivo sua localização, estando em uma área nobre e de fácil acesso a shoppings, rodoviária, pontos turísticos e próximo ao centro comercial da cidade.

Segundo dados fornecidos pela gerência do hotel no ano de 2018, o maior fluxo populacional e a taxa de maior ocupação dos apartamentos ocorreram entre os meses de junho a setembro, como se observa nas Figuras 5 e 6. Vale ressaltar que fluxo

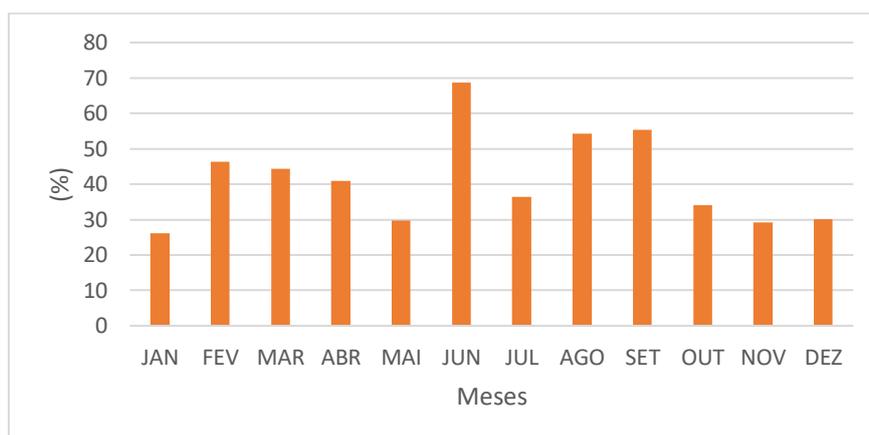
populacional e taxa de ocupação dos apartamentos possuem definições diferentes. Enquanto o primeiro leva em consideração o número de hóspedes existentes naquele período, o segundo considera apenas a quantidade de apartamentos ocupados, podendo resultar um fluxo populacional menor com um preenchimento máximo de quartos. Dito isso, nota-se pela Figura 6 que em junho houve a maior taxa de ocupação dos apartamentos em 2018 e pela Figura 5 que o maior fluxo populacional foi no mês de setembro.

Figura 5 - Fluxo populacional do Garden Hotel em 2018.



Fonte: Garden Hotel (2019). Adaptado pelo autor.

Figura 6 - Taxa de ocupação dos apartamentos do Garden Hotel em 2018.



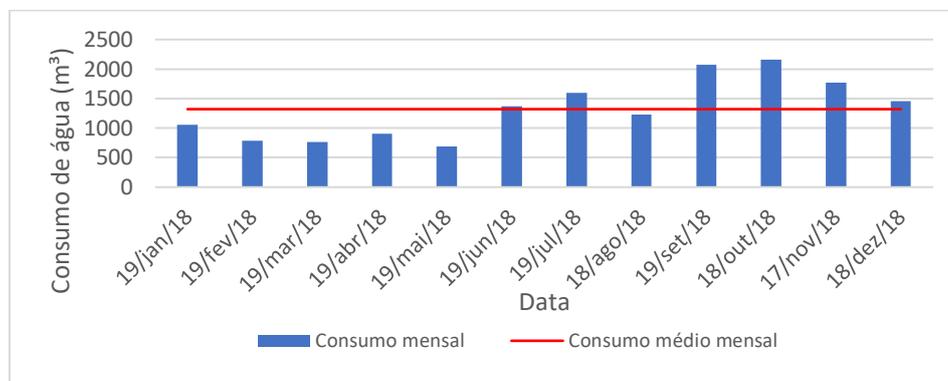
Fonte: Garden Hotel (2019). Adaptado pelo autor.

3.2.2.1. Consumo de água do hotel

A Figura 7 mostra os dados do consumo mensal de água do hotel, em m³, do ano de 2018, fornecidos pela gerência do hotel e medidos pela CAGEPA. Os valores representam o consumo de água de todas as atividades e serviços fornecidos pelo hotel, com exceção da água utilizada na rega de jardins, a qual é fornecida através de outra fonte.

Para os cálculos de estimativas do estudo da economia hídrica causados pela troca de aparelhos convencionais por poupadores foram realizados com base nos dados mensais. O consumo médio de água foi de **1.320,67 m³/mês** e o total de **15.848,00 m³/ano**.

Figura 7 - Consumo de água do Garden Hotel medido pela CAGEPA em 2018.



Fonte: Garden Hotel (2019). Adaptado pelo autor.

3.3. Descrição dos cenários propostos

Com o intuito de avaliar o potencial de redução de consumo e conservação de água a partir da troca de aparelhos convencionais por poupadores e da adoção de um SAAC, foram estudados 18 cenários que integram duas propostas diferentes para consumo e economia de água, como mostra o Quadro 2. Os cenários foram comparados entre si para a escolha da alternativa que proporcione o melhor custo benefício ao hotel.

Quadro 2 - Descrição dos cenários propostos.

Descrição dos cenários	
Proposta 1	C1 Substituição de todos os aparelhos convencionais por aparelhos poupadores de água.
	C2 Substituição de 100% dos chuveiros convencionais por chuveiros com regulador de vazão.
	C3 Substituição de 100% das bacias sanitárias convencionais pelas bacias de volume de descarga reduzido (VDR).
	C4 Substituição de 100% das torneiras convencionais por torneiras com regulador de vazão.
	C5 Substituição de 50% dos chuveiros e 50% das bacias sanitárias.
	C6 Substituição de 50% dos chuveiros e 50% das torneiras.
	C7 Substituição de 50% das bacias sanitárias e 50% das torneiras.
	C8 Substituição de 50% dos chuveiros, 50% das bacias sanitárias e 50% das torneiras.
	C9 Substituição de 75% dos chuveiros e 25% das bacias sanitárias.
	C10 Substituição de 75% dos chuveiros e 25% das torneiras.
	C11 Substituição de 75% das bacias sanitárias e 25% dos chuveiros.
	C12 Substituição de 75% das bacias sanitárias e 25% das torneiras.
	C13 Substituição de 75% das torneiras e 25% dos chuveiros.

Proposta 2	C14	Substituição de 75% das torneiras e 25% das bacias sanitárias.
	C15	Aproveitamento de água de chuva com cenário seco.
	C16	Aproveitamento de água de chuva com cenário normal.
	C17	Aproveitamento de água de chuva com cenário chuvoso.
Proposta 3	C18	Substituição de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores de água e aproveitamento de água de chuva.

Fonte: Autoria própria.

3.4. Previsão de consumo de água

A Revisão 4 da Norma Técnica SABESP (NTS 181), de 2017, define o consumo provável, em m³/mês, de alguns empreendimentos, como é o caso dos hotéis de 1 a 5 estrelas. A estimativa de consumo foi calculada através da Equação 2 da Tabela 4 foi comparada ao consumo medido pela CAGEPA para verificar se o consumo real do hotel está de acordo com o estimado. Para o cálculo, foi necessária a obtenção de dados de área de jardim, n° de restaurantes/bares, capacidade total de restaurantes/bares, n° de vagas de estacionamento e n° de funcionários, os quais foram anteriormente mencionados.

Com relação a área de jardim, essa variável foi desconsiderada no cálculo do consumo estimado, visto que a água utilizada para essa atividade não é fornecida pela companhia responsável pela distribuição de água da cidade. Com relação ao restaurante e bar do hotel, como esse último está inserido dentro do primeiro, a variável “n° de restaurantes/bares” calculada foi igual a 1.

Tabela 4 - Tabela para Determinação de Consumos Especiais.

Categoria do Consumidor	Consumo médio estimado (m³/mês)
Hotéis de 1 a 3 estrelas (Equação 1)	$-29,8 + 0,0353 \times (\text{área total construída}) + 2,99 \times (\text{n}^\circ \text{ de leitos ocupados})^{(1)}$ $+ 48,9 \times (\text{Bar})^{(2)} + 2,96 \times (\text{n}^\circ \text{ de vagas de estacionamento}) + 5,43 \times (\text{volume de piscinas})^{(3)}$ ⁽¹⁾ estimativa de ocupação média ⁽²⁾ parâmetro que assume valor 1 ou 0 (há bar: 1; caso contrário: 0) ⁽³⁾ para hotéis 3 estrelas
Hotéis de 4 a 5 estrelas (Equação 2)	$-46,2 + 1,97 \times (\text{área de jardim}) + 2,19 \times (\text{n}^\circ \text{ de restaurantes/bares}) \times$ $(\text{capacidade total de restaurantes/bares}) + 0,987 \times (\text{n}^\circ \text{ de vagas de estacionamento}) + 6,6 \times (\text{n}^\circ \text{ de funcionários})$

Fonte: NTS 181:2012 SABESP - Revisão 4 (2017). Adaptado pelo autor.

3.5. Proposta de implantação de aparelhos poupadores nos apartamentos do hotel

3.5.1. Obtenção de dados de campo

Com relação a quantidade de aparelhos hidrossanitários do hotel, foi feita uma coleta de dados nos banheiros dos apartamentos e do centro de convenções. Verificou-se que nesses ambientes não há instalação de aparelhos poupadores, sendo 100% dos aparelhos utilizados classificados como convencionais. Os tipos de aparelhos utilizados, a quantidade existente de cada aparelho nos cômodos e a quantidade total de cada tipo podem ser observados na Figura 8 e Tabela 5, respectivamente.

Figura 8 - Aparelhos hidrossanitários dos quartos do hotel.



Fonte: Autoria própria.

Tabela 5 - Quantidade de aparelhos convencionais nos apartamentos e no centro de convenções do Garden hotel.

TIPOS DE QUARTO	APARELHOS UTILIZADOS			
	CONVENCIONAL			
	Bacia sanitária	Torneira	Chuveiro	Mictório
Apartamento Superior	1	1	1	0
Apartamento Luxo	1	1	1	0
Suíte Júnior	1	1	1	0
Suíte Presidencial	2	3	1	0
Apartamento com anexo	1	1	1	0
Apartamento adaptado para pessoas com deficiência	1	1	1	0
Total	193	194	192	0
CENTRO DE CONVENÇÕES	Bacia sanitária	Torneira	Chuveiro	Mictório
Banheiro Feminino	7	7	0	-

Banheiro Masculino	7	7	0	7
Total	14	14	0	7

Fonte: Garden Hotel (2019). Adaptado pelo autor.

3.5.2. Determinação da representatividade dos usos finais da água

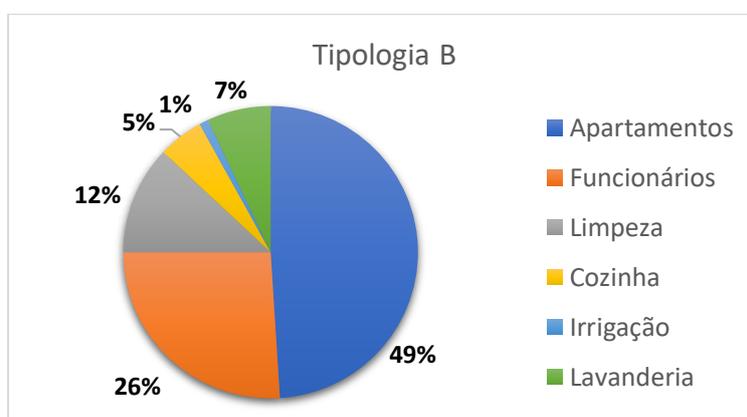
Para avaliar o desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água nas edificações, é fundamental desagregar o consumo em seus usos finais e compreender como a água está sendo utilizada pelos usuários.

Durante a realização do trabalho, houve dificuldades em obter os dados relacionados a esses consumos (mensal ou anual) de cada atividade do hotel, ou seja, saber a representatividade dos usos finais da água, bem como dos consumos de cada aparelho hidrossanitário registrado no local, devido à falta de acesso aos dados e os apartamentos não possuírem medidores individuais.

A escassez de trabalhos realizados em hotéis no estado da Paraíba, com uma abordagem semelhante ao presente estudo, fez com que os dados de representatividade dos usos finais da água fossem obtidos de uma fonte de outra região. Assim, foram escolhidos os dados do trabalho de NASCIMENTO e SANT'ANA (2014), o qual teve como objetivo estimar os usos finais do consumo de água em duas edificações hoteleiras de Brasília.

Dentre ambas as tipologias, foram escolhidos os dados da tipologia B, visto que a maioria das suas características se assemelham as do Garden Hotel. Foi realizada uma auditoria do consumo de água em cada edificação hoteleira para averiguar o uso da água por cada atividade consumidora. Os resultados são apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Consumo anual de água por atividade.

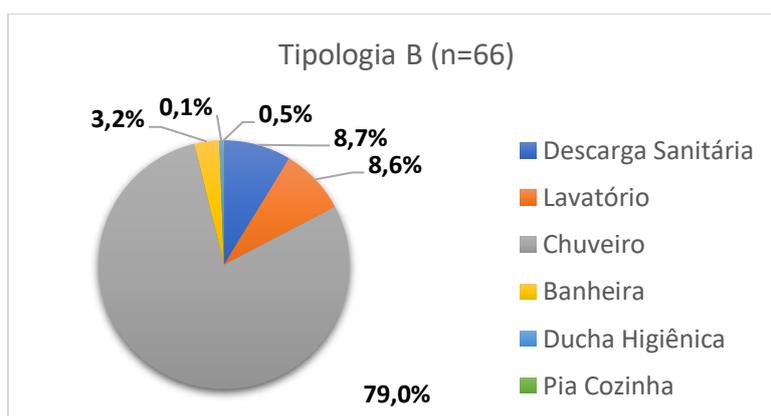


Fonte: Nascimento e Sant'ana (2014). Adaptado pelo autor.

Nota-se que o consumo de água dos apartamentos representa uma parcela significativa do hotel. Aproximadamente metade do consumo deve-se aos apartamentos, enquanto a outra é de responsabilidade das demais atividades. Isso ocorre devido a acomodação não ser o único serviço oferecido aos clientes. A existência de salas para eventos, auditórios e restaurante aberto ao público, entre outras dependências, diversifica ainda mais o consumo de água.

Uma vez que o consumo dos apartamentos representa a maior porcentagem de consumo nos hotéis, é importante compreender os hábitos de consumo dos hóspedes e os usos da água dentro dos apartamentos. Com base nos questionários do trabalho de NASCIMENTO e SANT'ANA (2014), respondidos por 66 hóspedes, foi possível obter o percentual do consumo desagregado de água nos apartamentos. De acordo com a Figura 10 é possível perceber que o uso do chuveiro demanda um maior consumo de água.

Figura 10 - Consumo desagregado de água nos apartamentos.



Fonte: Nascimento e Sant'ana (2014). Adaptado pelo autor.

3.5.3. Redução média de água ocasionada pela troca de aparelhos

Ainda em relação ao estudo da economia de água através da implantação de aparelhos poupadores, deve-se saber o consumo médio de água por aparelho e a redução média ocasionada, ou seja, a economia de água gerada por cada equipamento de baixo consumo utilizado. Sendo assim, foram usados, como referência, os dados fornecidos pela SABESP (Tabela 6), através do “Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água”, de 2009, dos valores potenciais de redução média de água utilizando equipamentos de baixo consumo.

Tabela 6 – Reduções médias por ponto de consumo.

Equipamento convencional	Consumo médio	Equipamento de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
Bacia com caixa acoplada ou caixa elevada bem regulada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
		Bacia VDR com válvula de duplo acionamento (caixa acoplada)	3 e 6 litros/descarga	50%
Ducha (água quente/fria) – 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Regulador de vazão	0,10 litros/seg	71%
		Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
		Válvula de fechamento automático	0,11 litros/seg	67%
Torneira de pia ou lavatório – 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,07 litros/seg	83%
		Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%

Fonte: SABESP (2009).

3.6. Proposta de implementação de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC)

3.6.1. Aquisição de dados sobre o potencial hídrico da região

Foram utilizados dados pluviométricos mensais e anuais de 1998 a 2018 (21 anos) de Campina Grande, posto EMBRAPA, fornecidos pela AESA. A partir desses dados foram gerados três cenários distintos: seco, normal e chuvoso, onde os valores para cada cenário foram calculados conforme indicado nas Equações 3.1, 3.2 e 3.3:

$$\text{Cenário Seco: } X_i < X_m - DP; \quad \text{Equação 3.1}$$

$$\text{Cenário normal: } X_m - DP < X_i < X_m + DP; \quad \text{Equação 3.2}$$

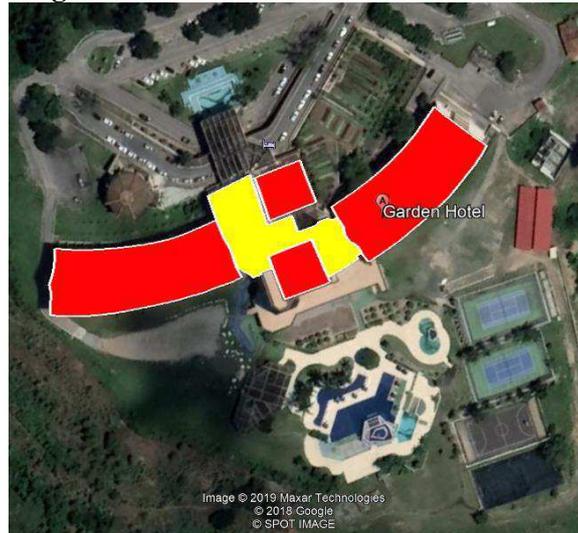
$$\text{Cenário Chuvoso: } X_m + DP < X_i; \quad \text{Equação 3.3}$$

Onde: X_i = Precipitação de cada ano; X_m = Precipitação média e DP = Desvio Padrão

3.6.2. Determinação da área de captação e do seu potencial de captação de água de chuva no hotel

Durante uma análise da estrutura física do hotel, verificou-se que o mesmo possui grandes áreas de cobertura para captação de águas pluviais, como mostra a Figura 11. A área em vermelho representa as telhas cerâmicas e a área em amarelo as telhas termoacústicas.

Figura 11 - Área do telhado do Garden Hotel.



Fonte: Google Earth (2019).

Através da obtenção de imagens de satélites, constatou-se que o hotel possui uma área de cobertura total de 6.640 m², sendo a área em vermelho de 5.310 m², a qual engloba os apartamentos do hotel. Já a área em amarelo conta com 1.330 m², englobando a recepção, os halls de entrada e passagem de hóspedes. A área da ala leste do hotel possui 2.110 m², enquanto a oeste possui 2.310 m². Possui um pé direito de 9 m, informação necessária para a obtenção dos custos da tubulação que irá direcionar as águas até o reservatório. Para o presente estudo, as águas pluviais captadas serão distribuídas para os jardins do hotel, visto que sua área de 3.200 m², de acordo com a gerência, é bastante significativa.

Foi escolhida apenas a área do telhado da ala leste para o dimensionamento do reservatório, uma vez que a área de cobertura total é muito grande e, conseqüentemente, o volume captado também seria, resultando em um gasto muito alto na compra de um ou mais reservatórios para armazenamento das águas de chuva, além do comprimento das tubulações e calhas que conduzem a água até o reservatório. A área do jardim escolhida para estudo também foi menor com relação ao valor total, sendo analisada uma área de **2.330 m²**, ou seja, 73% da área total, conforme a Figura 12. O posicionamento do reservatório foi um critério de escolha para esse valor percentual de análise do jardim, sendo posicionado de forma estratégica, ao lado da ala leste do hotel e próximo ao jardim, visando, também, a economia dos materiais e componentes desse sistema.

Figura 12 - Área do jardim selecionada para o estudo e comprimento das calhas.



Fonte: Google Earth (2019).

O valor do comprimento das calhas foi medido também através de imagens de satélites, o qual totalizou cerca de 139m.

Com o volume calculado, baseado nos dados pluviométricos mensais e anuais da cidade de Campina Grande, na área de cobertura e de jardim selecionadas e na demanda de água para a irrigação, foi possível dimensionar os reservatórios para armazenamento das águas provenientes da chuva.

3.6.3. *Aquisição de dados para o cálculo da estimativa do consumo de água da irrigação dos jardins*

A estimativa do consumo de água para a irrigação dos jardins do hotel foi feita através do consumo estimado por CREDER (2006) e MACINTYRE (2010) (rega de jardins - 1,5 l/m² por dia), visto que os dados do volume de água consumido pelos jardins do hotel não foram fornecidos, bem como a frequência do uso da água para essa atividade.

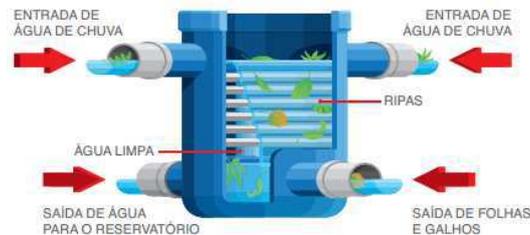
3.6.4. *Definição dos elementos componentes do SAAC*

Para viabilizar a implantação do SAAC proposto e possibilitar o estudo de viabilidade econômica, foi necessário descrever os elementos que compõem o sistema.

- a) Calhas e condutores: são tubulações destinadas a coletar a água proveniente dos telhados e conduzir até os filtros autolimpantes.
- b) Filtro autolimpante: são dispositivos utilizados para a retenção de sólidos grosseiros pode ser realizada por meio de filtros autolimpantes (Figura 13). Sua

função é remover sólidos grosseiros que porventura tenham sido carreados pela chuva logo após o início da precipitação.

Figura 13 - Filtro autolimpante.



Fonte: FEAM, 2016.

- c) Dispositivo de descarte de água: é o dispositivo utilizado para o descarte da primeira água de chuva (Figura 14). Este é responsável por promover a limpeza da superfície de captação e desviar essa água de pior qualidade do reservatório de armazenamento. O volume de água descartado depende do tamanho da área de captação, sendo normalmente adotado o descarte de 1 a 2 mm de chuva para cada metro quadrado. A ABNT NBR 15527/2007 recomenda adotar 2 mm por metro quadrado nos casos em que o projetista não disponha de informações que justifiquem a adoção de outro valor. O procedimento mais simples para descartar o volume da primeira chuva é a utilização de reservatórios de descartes com limpeza automática.

Figura 14 - Dispositivo de descarte de água.

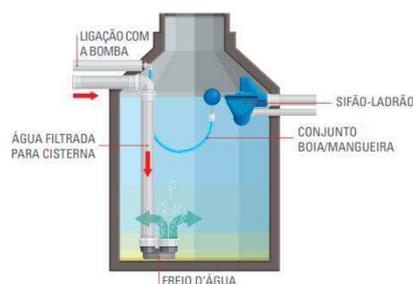


Fonte: FEAM, 2016.

- d) Tubulação de recalque: tem a função de conduzir a água de chuva coletada para os pontos de utilização. A tubulação foi estimada a partir da altura da edificação, considerando, por meio de dimensionamento, um diâmetro de 50 mm suficiente para atender a vazão requerida.

- e) Boia automática: instrumento para controle e indicação de nível em líquidos por ação da flutuação. A torneira boia promove o fechamento automático da vazão de água quando a caixa se enche.
- f) Freio d'água: dispositivo que reduz a velocidade de entrada da água no reservatório e impede a ressuspensão dos sólidos sedimentados no fundo da cisterna. Permite também que a água mais ao fundo seja oxigenada, evitando anaerobiose no reservatório.
- g) Sifão-ladrão: elimina impurezas da superfície da água na cisterna, impede a entrada de insetos e animais e evita a entrada de gases das galerias pluviais.
- h) Extravasor: canalização destinada a escoar eventuais excessos de água dos reservatórios, no caso de falha na boia. Foi considerado, para este estudo, um diâmetro de 1 bitola superior ao diâmetro da tubulação de recalque (50mm), e, portanto, atribuiu-se um diâmetro de 60mm para esta tubulação.
- i) Bomba de Recalque: serve para mandar a água de um ponto a outro ponto mais elevado. Como os reservatórios ficarão em um nível abaixo (aterrado) em relação aos jardins, é necessário o uso de uma bomba de recalque.
- j) Reservatórios: destinado a armazenar água para consumo humano, agrícola ou qualquer outra função que requeira o uso da mesma (Figura 15). A água da chuva deve ser armazenada em local adequado e de fácil acesso, visando uma manutenção rápida e prática. Para esse estudo, optou-se pelo uso de caixas d'água pré-fabricadas em material plástico pela facilidade de manuseio e instalação.

Figura 15 - Reservatório de armazenamento com freio d'água, sifão-ladrão e sistema flutuante de captação da água.



Fonte: FEAM, 2016.

3.6.5. Métodos utilizados para o dimensionamento dos reservatórios para implantação do SAAC

Para uma melhor análise da situação, foram utilizados os dois métodos de dimensionamento do reservatório citados nos itens 2.4.5.1 e 2.4.5.2. Esses métodos foram

comparados entre si para analisar qual o mais adequado para o dimensionamento do reservatório.

3.7. Estudo de viabilidade econômica

3.7.1. Orçamento para implantação de aparelhos poupadores

Para cada cenário, o custo total necessário para realizar a troca dos equipamentos se deu pela Equação 3.4:

$$C_t = \sum (P_{ap} * Q_{ap}) \quad \text{Equação 3.4}$$

Onde: C_t = custo total; P_{ap} = preço de venda de cada componente utilizado; Q_{ap} = quantidade de cada aparelho que seria necessário implantar nos banheiros de todos os apartamentos do hotel.

3.7.2. Orçamento para implantação do SAAC

Para implantação do SAAC, foi necessário, inicialmente, fazer um levantamento dos custos unitários de cada componente do sistema, conforme detalhado no item 3.6.4. Assim, buscou-se nas Tabelas SINAPI (2016) e em tabelas de composição os valores de cada componente utilizado. Dito isso, foram utilizadas as tabelas de composição extraídas dos estudos elaborados por GOUVEIA (2017), as quais descrevem materiais, quantidades, valor unitário e total. Com os custos unitários e os dimensionamentos dos componentes do sistema, obteve-se o orçamento final para sua implantação.

3.7.3. Análise econômico-financeira da troca de aparelhos poupadores e do SAAC e tempo de retorno de investimento

Após os cálculos do consumo e gasto mensal de água nas irrigações, do volume aproveitável de chuva em cada cenário, da economia mensal com base no volume captado, bem como do investimento através da compra dos materiais e componentes utilizados em ambas as propostas, foi realizada uma análise de custos a fim de verificar a viabilidade das suas implantações dentro do hotel.

O método utilizado foi o método do *Payback* simples, uma vez que é uma técnica para avaliação de investimento de fácil compreensão, rápida e muito utilizada para se ter um valor de base, além de fornecer o grau de risco de determinado investimento.

Payback é um indicador de desempenho de projetos de investimento (indicador financeiro) que mede o tempo de retorno do investimento inicial, procurando identificar se o período de recuperação dos investimentos iniciais em um empreendimento ocorre dentro do horizonte de planejamento. Assim, quanto menor o *Payback* de um projeto, menor o risco do investimento. É um indicador importante para o empreendimento, auxiliando todos os envolvidos na compreensão do andamento das operações financeiras. Seu resultado é obtido a partir da Equação 3.5.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Ganho no período}} \quad \text{Equação 3.5}$$

Em seguida, foram calculadas as rentabilidades anuais do projeto de implantação da troca de aparelhos e do SAAC a partir da Equação 3.6.

$$\text{Rentabilidade anual (\%)} = \frac{\text{Economia anual}}{\text{Investimento}} \times 100 \quad \text{Equação 3.6}$$

O valor do orçamento do gasto e economia de água mensal ocasionada por ambos os cenários serão realizados através da estrutura tarifária da CAGEPA. A tarifação da CAGEPA do ano de 2018 (Tabela 7), considerando que o hotel se enquadra na categoria comercial, conforme RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB N°002/2018-DP foi utilizada nos cálculos de retorno do investimento e rentabilidade anual.

Tabela 7 - Estrutura tarifária da CAGEPA.

Estrutura Tarifária – CAGEPA 2018 - Categoria Comercial				
Faixas de consumo mensal	Água	Esgoto	A + E	% Esgoto
Tarifa mínima – Consumo até 10m³	67,65	60,89	128,54	90%
Acima de 10m³ (p/m³)	11,72	11,72		100%

Fonte: CAGEPA, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Previsão de consumo de água

Através do cálculo da Tabela 4 do item 3.4 para hotéis com categoria de 4 a 5 estrelas e das características necessárias do hotel, foi possível calcular o consumo médio estimado, totalizando **1.085,17 m³/mês**.

Ao realizar uma comparação entre o valor do consumo de água calculado com os valores obtidos pela CAGEPA, nota-se que a diferença percentual entre ambos foi de

17,83%, revelando que o consumo de água real do hotel está acima do que o estimado pela SABESP/IPT (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparação entre o valor medido pelo método da SABESP/IPT com o valor medido pela CAGEPA e o valor percentual de convergência.

HOTEL	Medido CAGEPA (m ³ /mês)	SABESP/IPT (m ³ /mês)	PORCENTAGEM (%)
Garden Hotel	1.320,67	1.085,17	17,83

Fonte: Autoria própria.

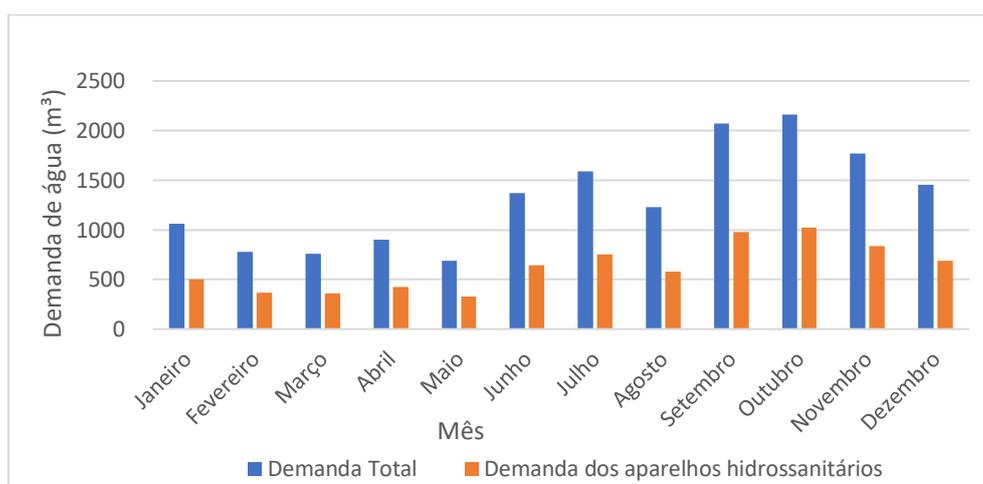
4.2. Aparelhos poupadores de água

4.2.1. Demanda total versus Demanda dos aparelhos convencionais

De acordo com os dados apresentados nas Figuras 9 e 10, o percentual de consumo de água nos apartamentos é 49% do consumo total do hotel e o percentual das descargas sanitárias, lavatórios e chuveiros equivalem a 8,7%, 8,6% e 79%, respectivamente, do consumo total de água nos apartamentos. Isso significa que as bacias sanitárias, torneiras e chuveiros representam os 4,26%, 4,21% e 38,71%, respectivamente, do consumo de água total do hotel, ou seja, os três aparelhos consomem 47,18% da água total do hotel, quase a metade de toda a água utilizada.

Sabendo que o consumo médio de água em 2018 foi de 1.320,67 m³, foi feito um gráfico (Figura 16) comparando a demanda de água total *versus* a demanda de água desses três aparelhos hidrossanitários convencionais no mesmo ano.

Figura 16 - Demanda de água total *versus* Demanda de água dos aparelhos hidrossanitários.



Fonte: Autoria própria.

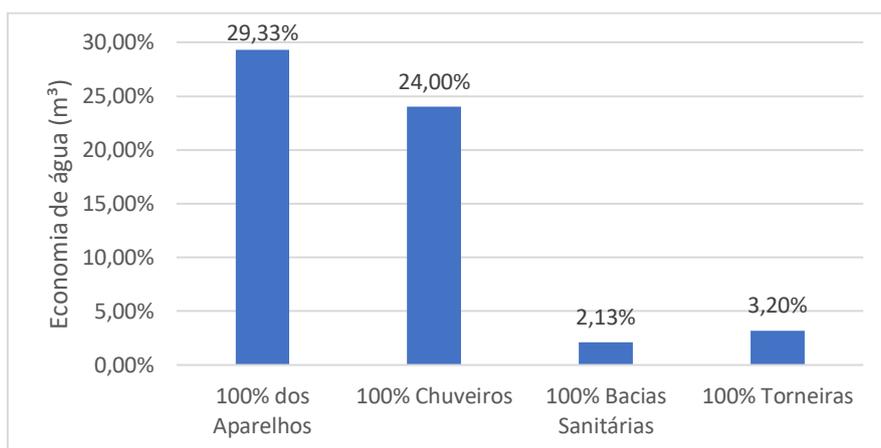
4.2.2. Economia de água gerada pela troca de aparelhos

Com a referência de dados da SABESP/IPT e a representatividade do consumo de água dos aparelhos no hotel, foram realizados os cálculos para a obtenção dos valores da economia final gerada por cada aparelho e da economia total para o hotel. As tabelas com os dados referentes aos valores de economia final encontram-se no Apêndice A (Tabelas 21 a 34).

Os diferentes cenários da proposta 1 (troca de aparelhos hidrossanitários) do tópico 3.3 foram analisados individualmente com o intuito de decidir qual seria a melhor opção para o hotel, visando uma economia hídrica e financeira.

A Figura 17 apresenta o percentual de economia dos cenários em que seriam realizadas 100% da troca de todos ou de cada aparelho avaliado. Observa-se que dentre os quatro cenários analisados, o que gerou a maior economia hídrica foi o da troca de 100% dos aparelhos, com um percentual de 29,33% (387,35 m³) da água consumida no hotel. Esse resultado era esperado, uma vez que se trata da situação ideal, entretanto, foi importante ser feito para servir de comparativo com os outros cenários. Observando a simulação com a troca de apenas 100% dos chuveiros, pode-se concluir que o percentual de economia é apenas 5,33% menor que em relação ao cenário 1 indicando a importância do chuveiro na avaliação. Já troca de 100% das bacias foi o que ocasionou a menor economia, com um percentual de 2,13% (28,13 m³) de toda a água consumida no local.

Figura 17 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.

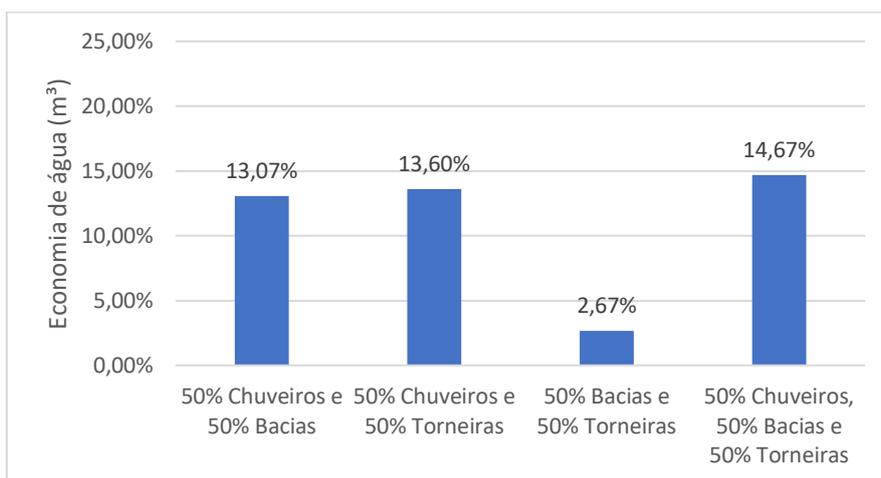


Fonte: Autoria própria.

A Figura 18 apresenta o percentual de economia dos cenários em que ocorreu 50% da troca ou de todos ou de dois aparelhos analisados simultaneamente. Observa-se que, para o cenário em que ocorreu a troca de 50% dos aparelhos, a economia de água gerada

foi de 14,67%, ou seja, 193,74 m³ de toda a água consumida no hotel. Comparando-se os quatro cenários analisados esse foi o que gerou uma maior economia de água. A troca de 50% das bacias e 50% das torneiras foi o que ocasionou a menor economia, com um percentual de 2,67%, ou seja, 35,26 m³ de toda a água consumida no hotel.

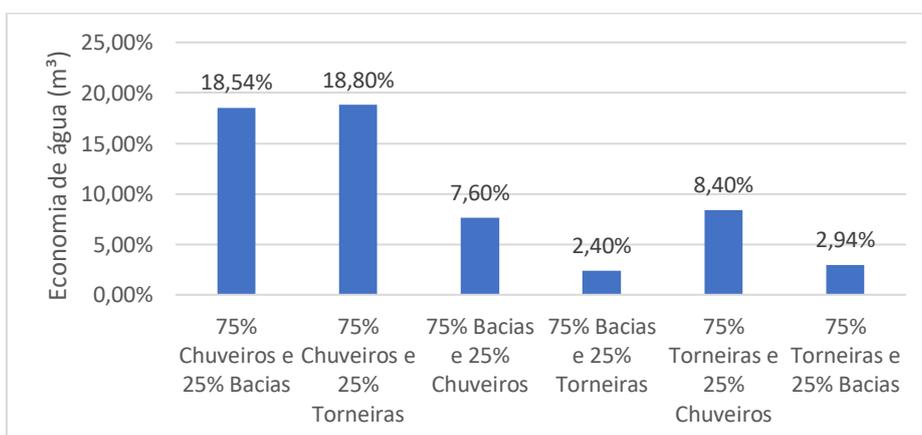
Figura 18 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 19 é exibido o critério de percentual de economia dos cenários em que ocorriam 75% e 25% da troca de dois aparelhos analisados simultaneamente. Observa-se que, para o cenário em que ocorreu a troca de 75% dos chuveiros e 25% das torneiras, a economia de água gerada foi de 18,80%, ou seja, 248,29 m³ de toda a água consumida no hotel, maior economia dentre os seis cenários estudados para esse critério. A troca de 75% das bacias e 25% das torneiras foi o que ocasionou a menor economia, com um percentual de 2,40%, ou seja, 31,70 m³ de toda a água consumida no hotel.

Figura 19 - Percentual da economia de água total do hotel através da troca de aparelhos.



Fonte: Autoria própria.

Avaliando todos os resultados pode-se observar que o chuveiro é a peça sanitária mais relevante para a obtenção de uma redução de consumo, além disso a intervenção para realizar a substituição de chuveiros convencionais por poupadores é mínima, provavelmente gerando um custo mais baixo. Por outro lado, a substituição apenas das bacias sanitárias é a escolha menos recomendada pela pouca economia gerada.

4.3. Aproveitamento de água de chuva

4.3.1. Resultados de precipitação

A precipitação média anual entre os anos de 1998 a 2018 encontra-se na Tabela 35 do Apêndice A. Com esses dados, foram gerados os cenários seco, normal e chuvoso de acordo com a precipitação média anual e o desvio padrão calculado. Para cada ano, atribui-se um cenário de acordo com o intervalo em que ele está inserido. Dessa forma, pode-se observar o cenário que mais se repete (Cenário Normal) e, assim, implementar alternativas de gerenciamento de água de uma maneira mais eficiente conforme suas características, embora o mesmo processo tenha sido feito para os outros dois cenários.

Para a precipitação média anual, obteve-se um valor de 790,94 mm e desvio padrão de 284,38. A Tabela 9 mostra os limites estabelecidos no item 3.6.1 e a quantidade de anos que se encontra em cada cenário.

Tabela 9 - Precipitações representativas em mm.

Cenários	Seco	Normal	Chuvoso
Precipitação representativa (mm)	Menores que 506,56	Entre 506,56 e 1075,32	Maiores que 1075,32
Quantidade de anos	2	16	3

Fonte: Autoria própria.

4.3.2. Consumo de água na irrigação dos jardins

Para realizar os cálculos de dimensionamento dos reservatórios segundo os métodos da NBR 15.527/2007 foi necessário saber o valor aproximado da demanda de água para a atividade que se deseja abastecer com a água de chuva.

Para a irrigação dos jardins, por exemplo, de acordo com o item 3.6.3, o consumo é de 1,5 l/m². Como a área de irrigação estudada é de 2.330 m², o consumo aproximado de água do hotel para essa finalidade é de 3.495 litros por dia ou 3,50 m³/dia, o que equivale a 105,00 m³ por mês, considerando o mês com 30 dias.

4.3.3. Dimensionamento dos reservatórios

4.3.3.1. Dimensionamento pelo método de Rippl

A aplicação do método de Rippl nesse estudo de caso deu-se com a utilização de dados mensais de pluviometria de cada ano. O método de Rippl possibilita dimensionar os reservatórios de água pluvial somente quando a diferença entre o volume e a demanda de água pluvial for positiva, ou seja, quando em algum momento do período analisado a demanda supera o volume. Desse modo, a análise feita só seria viável caso o volume do reservatório fosse menor ou igual ao volume aproveitável de água, visto que, assim, seu volume seria aproveitado 100%. Entretanto, como se trata de volumes muito grandes de demanda e oferta, foram obtidos volumes muito expressivos para o dimensionamento do reservatório, pois o método de Rippl leva em consideração um volume necessário para suprir 100% a demanda durante um grande período de estiagem.

Com relação a Tabela 36 em análise, a coluna de “chuva média” representa a precipitação média de cada mês para os cenários e foi calculada a partir da média aritmética entre as precipitações anuais, fornecidas pela AESA, de cada cenário e dividindo o valor obtido em 12 meses obter-se a precipitação mensal média para cada cenário.

A coluna de “suprimento externo” representa o valor da reposição da água necessária, em m³, que pode vir do serviço público de abastecimento ou de caminhão tanque ou de outra procedência. Através do somatório acumulado da diferença entre a demanda e o volume de chuva captado, pode-se obter o volume do reservatório para cada cenário. Portanto, do ponto de vista econômico, não compensaria utilizar tal método, pois seriam necessários, no mínimo, 21 reservatórios de 25 mil litros para o período seco, 12 para o cenário normal e 10 para o chuvoso, resultando em um grande investimento.

A Tabela 36 encontra-se no Apêndice A e mostra os valores calculados para o dimensionamento dos reservatórios pelo método de Rippl para os três cenários possíveis.

4.3.3.2. Dimensionamento pelo método da simulação

A aplicação do método da simulação também se deu com a utilização de dados mensais de pluviometria de cada ano. Fato similar ocorre em relação ao de Rippl, porém com o agravante de que se deve considerar, além do volume de água pluvial, o volume do reservatório cheio no início da contagem do tempo. O método também possui a vantagem de permitir a análise de quanto será o suprimento e o *overflow*

(transbordamento) por mês, podendo, assim, comparar tais volumes com a demanda mensal, sendo possível atribuir outros reservatórios para o armazenamento da água, tanto a oriunda de outras fontes, como aquela que seria extravasada. Diante disso, foram estipulados valores fixos de 40, 50 e 100 m³ para o volume de reservatório, com o intuito de analisar qual seria o tamanho mais viável para os parâmetros econômicos e de sustentabilidade.

Para o período seco (Tabela 10), verificou-se que para o reservatório de 40 m³ apenas no mês de março ocorre *overflow*, de 8 m³, entretanto seria necessário um suprimento externo de água para 9 meses (539 m³ ao ano), com o auxílio de caminhões-pipa para suprir a necessidade de água por semana. Para o reservatório de 50 m³ nenhum mês ocorre *overflow*, porém o suprimento externo de água também ocorre para 9 meses (531 m³ por ano). Não ocorreu *overflow* em nenhum dos meses analisados, considerando a capacidade de 50 m³, conseqüentemente, não ocorreria para reservatórios acima desse volume, o que significa que o de 100 m³ estaria superdimensionado e sem necessidade de ser instalado.

Para o período normal (Tabela 11), verificou-se que no reservatório de 40 m³ ocorre *overflow* em 5 meses, entretanto seria necessário um suprimento externo de água para 6 meses (301 m³ por ano). No reservatório de 50 m³, em 4 meses ocorre *overflow*, porém o suprimento de água ocorre para 6 meses (291 m³ por ano). No de 100 m³, o *overflow* ocorre em 3 meses e o suprimento externo seria para 5 meses (240m³ ao ano).

Tabela 10 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário seco – 50 m³).

SECO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	11,45	105	2110	19	50	0	-86	0	86
Fev	26,45	105	2110	45	50	0	-60	0	60
Mar	90,35	105	2110	153	50	0	48	0	0
Abr	16,30	105	2110	28	50	48	-29	0	29
Mai	53,80	105	2110	91	50	0	-14	0	14
Jun	37,75	105	2110	64	50	0	-41	0	41
Jul	81,45	105	2110	137	50	0	32	0	0
Ago	65,95	105	2110	111	50	32	38	0	0
Set	10,95	105	2110	18	50	38	-49	0	49
Out	22,95	105	2110	39	50	0	-66	0	66
Nov	0,30	105	2110	1	50	0	-104	0	104
Dez	14,55	105	2110	25	50	0	-80	0	80
Total	432,25	1260		730				0	531

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário normal – 40 m³).

NORMAL									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	43,17	105	2110	73	40	0	-32	0	32
Fev	56,79	105	2110	96	40	0	-9	0	9
Mar	90,46	105	2110	153	40	0	40	8	0
Abr	85,18	105	2110	144	40	40	40	39	0
Mai	84,89	105	2110	143	40	40	40	38	0
Jun	137,18	105	2110	232	40	40	40	127	0
Jul	97,39	105	2110	164	40	40	40	59	0
Ago	59,60	105	2110	101	40	40	36	0	0
Set	29,97	105	2110	51	40	36	-18	0	18
Out	14,39	105	2110	24	40	0	-81	0	81
Nov	9,87	105	2110	17	40	0	-88	0	88
Dez	19,68	105	2110	33	40	0	-72	0	72
Total	728,57	1260		1230				271	301

Fonte: Autoria própria.

Para o período chuvoso (Tabela 12), verificou-se que nos três reservatórios ocorre *overflow* em 9 meses, porém com a necessidade de um suprimento externo de água para 3 meses (199 m³ ao ano) no de 40 m³, 3 meses (189 m³ ao ano) para o de 50 m³ e 2 meses (139 m³ ao ano) para o de 100 m³. Embora o de 100 m³ exigisse um suprimento menor de água, o reservatório ficaria superdimensionado e a sua construção exigiria maiores custos.

Tabela 12 - Dimensionamento para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – 40 m³).

CHUVOSO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	136,97	105	2110	231	40	0	40	86	0
Fev	178,93	105	2110	302	40	40	40	197	0
Mar	88,43	105	2110	149	40	40	40	44	0
Abr	141,83	105	2110	239	40	40	40	134	0
Mai	197,50	105	2110	333	40	40	40	228	0
Jun	171,53	105	2110	290	40	40	40	185	0
Jul	220,60	105	2110	372	40	40	40	267	0
Ago	116,27	105	2110	196	40	40	40	91	0
Set	65,60	105	2110	111	40	40	40	6	0
Out	10,60	105	2110	18	40	40	-47	0	47
Nov	14,30	105	2110	24	40	0	-81	0	81
Dez	20,13	105	2110	34	40	0	-71	0	71
Total	1362,70	1260		2300				1239	199

Fonte: Autoria própria.

Após todas essas análises, o reservatório escolhido para o cenário seco foi o de 50 m³, visto que seu suprimento de água externo é maior que dos outros cenários, o que exige

uma comporta maior para reserva de água. Para o período normal e chuvoso o reservatório escolhido foi igual para ambos, com volume de 40 m³, visto que seus suprimentos externos são semelhantes. Apesar de exigir o menor suprimento externo, o reservatório de 100 m³ não foi escolhido devido ao seu superdimensionamento e por exigir um maior custo e espaço para instalação. Os resultados obtidos para os volumes de 40m³ e 100m³ para o período seco e 50m³ e 100³ para os períodos normal e chuvoso encontram-se nas Tabelas 37 a 42 do Apêndice A.

4.3.3.3. Comparação entre os métodos analisados e escolha do método a ser utilizado

A partir dos resultados obtidos, foi possível avaliar o desempenho das cisternas dimensionadas com os métodos propostos pela NBR 15.527/2007 e notou-se uma grande variação dos volumes de reservatórios calculados.

Por meio da aplicação desses métodos, observou-se que os volumes dos reservatórios aumentam à medida que eleva a demanda de água exigida pelas águas pluviais, bem como a área da superfície de captação e que ambos os métodos consideram a distribuição pluviométrica média mensal.

Entretanto, é importante ressaltar uma diferença fundamental em relação a esses dois métodos: enquanto o Rippl parte do princípio que a demanda de água deve ser totalmente suprida com o volume de água armazenado, o da simulação avalia o comportamento do reservatório sugerido com base no fator pluviométrico, observando-se os meses em que houve déficit de chuva, o que pode resultar em tamanhos ideais para o armazenamento da água das chuvas. Além disso, o método da simulação fornece valores de *overflow*, um dado que analisa se irá faltar ou sobrar água no final do tempo analisado, permitindo a avaliação da eficiência do sistema de captação das águas pluviais.

O método de Rippl superdimensionou os volumes dos reservatórios comparado aos volumes obtidos usando o método da Simulação, em virtude de que o volume do reservatório para o primeiro método é o somatório dos volumes de água no reservatório em um determinado tempo e para o segundo, esse volume já é fixado antes dos cálculos.

Portanto, conclui-se que, o método da simulação é o que mais se aproxima de um resultado provável, relacionando os três cenários possíveis e o tipo de situação em questão, as análises relativas à viabilidade de implantação de um SAAC no hotel serão pautadas nos dados de volume de reservatório obtidos através dessa metodologia.

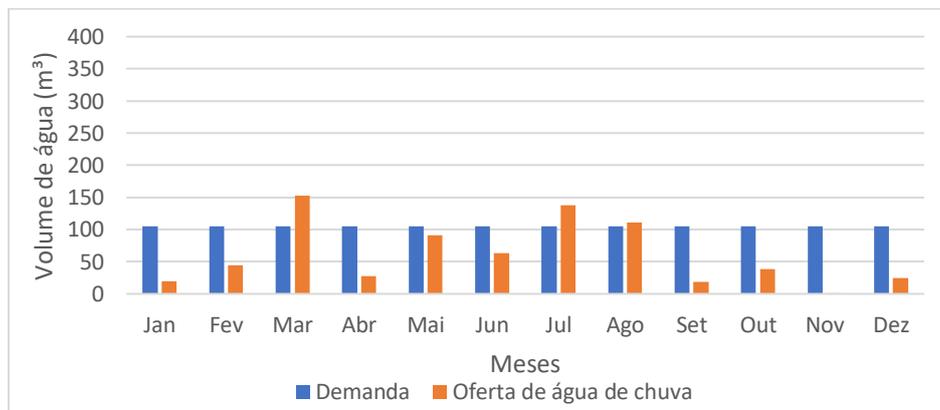
4.3.4. Análise da demanda e oferta de água na irrigação dos jardins

De posse dos dados de demanda e considerado os valores de oferta obtidos através do método da simulação, foram realizados comparativos entre essas duas variáveis para os três cenários estudados: seco, normal e chuvoso.

Nota-se que, no cenário seco (Figura 20), a oferta de água esteve abaixo da demanda durante um período de 9 meses ao longo do ano. No cenário normal (Figura 21), a água coletada supre uma boa parte das necessidades das regas de jardins, sendo maior do que a demanda em cinco meses. Já o cenário chuvoso (Figura 22), comparado aos outros dois cenários, apresentou maiores volumes captados de chuva, bem como uma maior quantidade de meses com *overflow*, garantindo, assim, que a oferta superasse a demanda da rega dos jardins em nove dos doze meses.

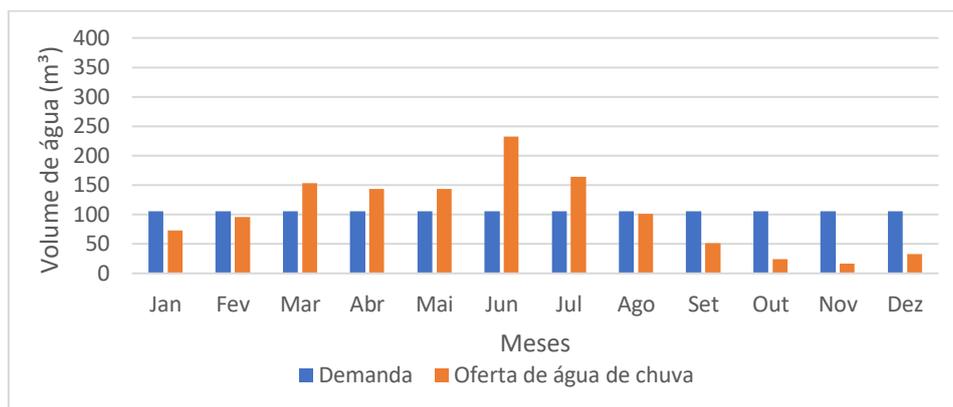
Com relação a oferta de água, o volume em média captado por mês no cenário seco foi de 60,83 m³, correspondendo a 4,61% do consumo total de água do hotel. Para o cenário normal, esse valor foi de 7,76% e para o chuvoso 14,51% do consumo total.

Figura 20 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário seco).



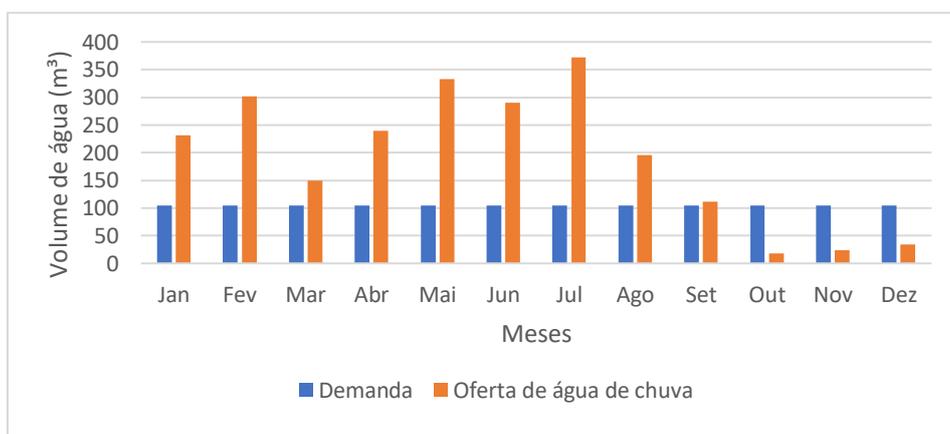
Fonte: Autoria própria.

Figura 21 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário normal).



Fonte: Autoria própria.

Figura 22 - Comparativo entre a demanda do hotel e a coleta de água (Cenário chuvoso).



Fonte: Autoria própria.

Portanto, do ponto de vista sustentável, a implantação de um sistema de captação de águas pluviais no hotel é uma fonte alternativa de abastecimento de água válida.

4.4. Resultados do orçamento

4.4.1. Aparelhos poupadores

4.4.1.1. Custos unitários

Para a análise da viabilidade econômica da troca de aparelhos convencionais por poupadores deve ser feito um orçamento dos três equipamentos escolhidos no item 3.5.3. A Tabela 13 mostra os produtos selecionados e seus preços e vantagens de uso.

Tabela 13 - Preço unitário e vantagens dos equipamentos utilizados.

Item	Produto	Valor unitário	Vantagens
 <p>Válvula de duplo acionamento</p>	Mecanismo de Saída Universal Dual Flush P/ Caixa Acoplada Censi 9562	R\$ 89,55	Pode ser instalado em qualquer tamanho de louça; rápida aplicação; não é necessário fazer a substituição da bacia sanitária completa.
 <p>Restritor de vazão</p>	Restritor de vazão 8 L/min C/05PCS Cens - 9593 - Censi	R\$ 25,23	Especificados para qualquer chuveiro; rápida aplicação; não é necessário fazer a substituição do chuveiro por completo ou quebrar parede/instalação.
 <p>Regulador de vazão</p>	Arejador Deca econômico 6 L/min	R\$ 21,00	Especificados para qualquer tipo de torneira; rápida aplicação; não é necessário fazer a substituição da torneira completa ou quebrar pia/parede/instalação.

4.4.1.2. Custos totais

O custo total ou investimento dos equipamentos para os diferentes cenários, os quais variam de acordo com a quantidade de cada aparelho, foi calculado através da Equação 3.4 do tópico 3.7.1 e encontra-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Orçamento total dos equipamentos.

Condição	Consumo CAGEPA (m³/mês)	Gasto Mensal (R\$)	Economia de água (m³/mês)	Economia Mensal (R\$)	Percentual da CAGEPA atendida pelos aparelhos	Investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (meses)	Rentabilidade anual (%)
100% dos aparelhos	623,09	7253,06	387,35	4490,19	62,17	26.201,31	5,84	205,65
100% dos chuveiros	511,23	5942,07	316,96	3665,22	62,00	4.844,16	1,32	907,95
100% das bacias	56,26	609,82	28,13	280,13	50,00	17.283,15	61,70	19,45
100% das torneiras	55,60	602,08	42,26	445,74	76,00	4.074,00	9,14	131,29
50% dos chuveiros e bacias	283,81	3276,70	172,61	1973,44	60,82	11.063,66	5,61	214,05
50% dos chuveiros e torneiras	283,55	3273,66	179,61	2055,48	63,34	4.459,08	2,17	553,16
50% das bacias e torneiras	56,00	606,77	35,26	363,70	62,96	10.678,58	29,36	40,87
50% de cada aparelho	311,55	3601,82	193,74	2221,08	62,19	13.100,66	5,90	203,45

75% dos chuveiros e 25% das bacias	397,52	4609,38	244,85	2820,09	61,59	7.953,91	2,82	425,47
75% dos chuveiros e 25% das torneiras	397,26	4606,34	248,29	2860,41	62,50	4.651,62	1,63	737,91
75% das bacias e 25% dos chuveiros	170,1	1944,02	100,37	1126,79	59,01	14.173,40	12,58	95,40
75% das bacias e 25% das torneiras	56,13	608,29	31,70	321,97	56,48	13.980,86	43,42	27,64
75% das torneiras e 25% dos chuveiros	169,57	1937,81	110,94	1250,67	65,42	4.266,54	3,41	351,76
75% das torneiras e 25% das bacias	55,86	605,13	38,83	405,54	69,51	7.376,29	18,19	65,97

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que, embora todos os cenários acima estejam relacionados com a mesma proposta, cada um obtém um resultado diferente. Na coluna “Investimento (R\$)” o cenário da troca de 100% das torneiras obteve o menor valor, com um investimento de R\$ 4.074,00. Apesar do resultado, seu cenário não é o mais desejável, visto que sua economia de água é pouca. Já a troca de 100% dos aparelhos, embora seja o cenário com o maior investimento total, com um valor de R\$ 26.201,31, gera uma ótima economia de água ao longo do mês.

Comparando o cenário da troca de 100% dos chuveiros com a troca de 100% dos outros dois aparelhos em estudo, individualmente, nota-se que foi o cenário que obteve o melhor resultado, visto que sua economia mensal de água é grande, ficando atrás apenas do cenário com a troca de 100% dos aparelhos, além de exigir um dos menores investimentos (R\$ 4.844,16) dentre todos os outros cenários.

O cenário da troca de 100% das bacias sanitárias, o qual obteve o segundo maior investimento (R\$ 17.283,15) dentre todos os cenários, não é uma boa proposta ao hotel, visto que gera a menor economia de água ao longo dos meses, sendo mais viável para o hotel a instalação do equipamento poupador dos chuveiros.

Os demais cenários como a troca de: 50% de torneiras e 50% de bacias; 75% das bacias e 25% dos chuveiros; 75% das bacias e 25% das torneiras; 75% das torneiras e 25% das bacias, não são as melhores propostas a serem implantadas no hotel, visto que exigem um alto investimento para pouca economia de água durante o mês.

4.4.2. SAAC

4.4.2.1. Custos unitários

Para a análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, deve ser realizado um orçamento de todas as partes componentes do sistema, detalhadas no item 3.6.4. Para isso, foram utilizadas as tabelas de custos unitários do SINAPI (2016) da pesquisa de GOUVEIA (2017).

a) Caixa d'água

Pelo método da Simulação, obteve-se um reservatório de 50 m³ para o cenário seco e de 40m³ para o normal e chuvoso. Porém, comprar apenas um reservatório com esse volume não seria economicamente viável, pelo o seu alto custo no mercado atual. Sendo assim, serão utilizados quatro reservatórios de 5.000L e três de 10.000L para o seco e quatro de 5.000L e dois de 10.000L para o normal e chuvoso. De acordo com os custos unitários do SINAPI (2016), o de 5.000L e 10.000L tem o preço de **R\$ 1.032,87** e **R\$ 2.558,00**, respectivamente.

b) Filtro

Devido à impossibilidade de obter o valor direto do filtro autolimpante, GOUVEIA (2017) elaborou uma ficha de composição contendo todas as partes componentes do filtro e os valores correspondentes, a fim de obter o valor unitário final por filtro. O custo final do aparelho ficou estimado em **R\$ 35,33**

c) Dispositivo de descarte de água

Da mesma forma que nos filtros, para o dispositivo de descarte foi elaborada uma ficha de composição. A lista de materiais necessários para montagem do separador e os custos associados também se encontram descritos no trabalho do mesmo autor citado anteriormente, obtendo um custo final de **R\$ 42,58** para esse aparelho.

d) Demais itens

Os valores obtidos para os demais itens que compõem o SAAC da área estudada estão discriminados na Tabela 15. Os valores unitários foram obtidos através do SINAPI (2016).

Tabela 15 - Demais itens componentes do SAAC utilizado no hotel.

Item	Valor unitário
Tubulação de recalque	R\$ 9,53/m
Sifão-ladrão	R\$ 139,90/caixa d'água
Freio d'água	R\$ 59,90/caixa d'água
Extravasor	R\$ 4,36/caixa d'água
Boia automática	R\$ 35,00/caixa d'água
Calhas e condutores	R\$ 31,22/m
Bomba de Recalque	R\$ 1652,99

Fonte: SINAPI (2016).

4.4.2.2. Custos totais

As Tabelas 16 e 17 apresentam o orçamento para a implantação do SAAC segundo os três cenários propostos. Foi utilizado o mesmo volume do reservatório para o cenário normal e chuvoso, visto que o volume do suprimento externo de ambos os casos é semelhante. O cenário seco apresenta um custo um pouco mais elevado devido a necessidade de suprir uma maior quantidade de água proveniente de outra fonte alternativa e, para isso, é necessário um volume maior de armazenamento.

O investimento com os insumos totalizou R\$ 21.288,84 para o cenário seco e R\$ 18.491,68 para os outros dois cenários, onde, em média, 52,74% foram gastos apenas com reservatórios, 21,93% com a tubulação para as calhas e condutores, e 16,71% com as duas bombas de recalque. Os outros insumos somados equivalem, em média, a uma porcentagem de 8,64%.

Tabela 16 - Orçamento para implantação do SAAC (Cenário seco).

Orçamento da implantação do SAAC - Cenário Seco					
Item	Descrição	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%
1	Reservatório - 5000L	4	R\$1.032,87	R\$4.131,48	19,41%
2	Reservatório - 10000L	3	R\$2.558,00	R\$7.674,00	36,05%
3	Separador das primeiras águas	1	R\$42,58	R\$42,58	0,20%
4	Sifão-ladrão	7	R\$ 139,90	R\$ 979,30	4,60%
5	Freio d'água	7	R\$ 59,90	R\$ 419,30	1,97%
6	Filtro	1	R\$35,33	R\$35,33	0,17%
7	Tubulação de recalque	9	R\$9,53	R\$85,77	0,40%
8	Extravasor	7	R\$4,36	R\$30,52	0,14%
9	Bóia automática	7	R\$35,00	R\$245,00	1,15%
10	Tubulação para calhas, DN 200mm	139	R\$31,22	R\$4.339,58	20,38%
11	Bomba de recalque	2	R\$1.652,99	R\$3.305,98	15,53%
			Total	R\$ 21.288,84	100,00%

Tabela 17 - Orçamento para implantação do SAAC (Cenário normal e chuvoso).

Orçamento da implantação do SAAC - Cenário normal e chuvoso					
Item	Descrição	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%
1	Reservatório - 5000L	4	R\$1.032,87	R\$4.131,48	22,34%
2	Reservatório - 10000L	2	R\$2.558,00	R\$5.116,00	27,67%
3	Separador das primeiras águas	1	R\$42,58	R\$42,58	0,23%
4	Sifão-ladrão	6	R\$ 139,90	R\$ 839,40	4,54%
5	Freio d'água	6	R\$ 59,90	R\$ 359,40	1,94%
6	Filtro	1	R\$35,33	R\$35,33	0,19%
7	Tubulação de recalque	9	R\$9,53	R\$85,77	0,46%
8	Extravasor	6	R\$4,36	R\$26,16	0,14%
9	Bóia automática	6	R\$35,00	R\$210,00	1,14%
10	Tubulação para calhas, DN 200mm	139	R\$31,22	R\$4.339,58	23,47%
11	Bomba de recalque	2	R\$1.652,99	R\$3.305,98	17,88%
			Total	R\$ 18.491,68	100,00%

4.5. Resultados de viabilidade econômica e tempo de retorno do investimento

Os cálculos do tempo de retorno do investimento e da rentabilidade anual foram feitos a partir do uso das Equações 3.5 e 3.6, respectivamente, utilizando os valores tarifários da CAGEPA para a categorial comercial e estabelecidos na Tabela 8. Para um orçamento mais detalhado, a mão de obra dos encanadores e demais trabalhadores devem ser consideradas também. Entretanto, em virtude da complexidade desses itens e à limitação do tempo para a realização desse trabalho, os mesmos não foram considerados no estudo da viabilidade econômica de implantação do sistema.

4.5.1. Aparelhos Poupadores

Os resultados obtidos da viabilidade econômica para a troca de aparelhos convencionais por poupadores de água encontram-se na Tabela 15 no tópico 4.4.1.2, juntamente com os tempos de retorno de investimento, as rentabilidades anuais e a comparação entre o volume aproveitável e o consumo de água da CAGEPA.

Com relação ao tempo de retorno de investimento e rentabilidade anual, o melhor cenário foi o da troca de 100% dos chuveiros, com tempo de retorno de 1,32 meses e rentabilidade anual de 907,95%, além do seu investimento total ser baixo, como já foi comentado anteriormente. Já a pior situação refere-se à troca de 100% das bacias, com tempo de retorno de 61,7 meses, rentabilidade anual de 19,45% e investimento total alto.

4.5.2. SAAC

Os resultados referentes à viabilidade econômica, tempo de retorno e rentabilidade anual para a implantação de um sistema de captação de água de chuva encontram-se na Tabela 18. É importante ressaltar que não existe um prazo de retorno ideal para um empreendimento, porém, o quanto antes for o retorno do investimento, melhor. Com os resultados obtidos, a implantação do SAAC no hotel é viável, visto que seu tempo de retorno em relação ao investimento realizado é considerado baixo em dois, dentre os três cenários simulados.

Tabela 18 - Viabilidade econômica para todos os cenários.

Cenário	Consumo CAGEPA (m ³ /mês)	Gasto Mensal (R\$)	Volume aproveitável de chuva (m ³ /mês)	Economia Mensal (R\$)	Percentual da CAGEPA atendida pelo SAAC	Investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (meses)	Rentabilidade anual
Seco	105	1181,05	60,83	663,42	56,17%	21.288,84	32,09	37,40%
Normal	105	1181,05	102,50	1151,75	97,52%	18.491,68	16,06	74,74%
Chuvoso	105	1181,05	191,67	2196,78	186,00%	18.491,68	8,42	142,56%

Para o período seco, o tempo de retorno seria de 2 anos e 8 meses com rentabilidade anual de 37,40%, ou seja, mais de um terço do investimento é retornado no primeiro ano da implantação do sistema. Para o normal e chuvoso, o SAAC se mostrou mais rentável, com um tempo de retorno de 1 ano e 4 meses e 8 meses, respectivamente. A maior parte do investimento já é retornada no primeiro ano da implantação no cenário normal, e no chuvoso todo o investimento é retornado no mesmo ano.

4.6. Resultado do cenário com ambas as alternativas

O último cenário proposto, o qual representa a implantação das duas alternativas de gestão escolhidas no trabalho (substituição de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores de água e aproveitamento de água de chuva), apresentou uma ótima economia de água (37,09% do consumo total de água do hotel) com um tempo de retorno de investimento rápido (7,85 meses), como observado na Tabela 19.

Tabela 19 – Economia de água e a viabilidade econômica causada pela troca de aparelhos e implantação de um SAAC no hotel.

Condição	Consumo CAGEPA (m ³ /mês)	Gasto Mensal (R\$)	Economia de água (m ³ /mês)	Economia Mensal (R\$)	Percentual da CAGEPA atendida pelos dois sistemas	Investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (meses)	Rentabilidade anual
100% dos aparelhos e SAAC (normal)	728,09	8483,66	489,85	5691,49	67,28	44692,99	7,85	152,82%

4.7. Comparação entre os cenários propostos

De maneira geral, após a obtenção dos resultados, foi possível concluir que a troca de aparelhos convencionais por poupadores de água traz mais benefícios econômicos e de sustentabilidade em relação à implantação do SAAC, visto que na maioria dos cenários da primeira proposta a economia de água gerada pela troca dos equipamentos é maior, o seu investimento é menor e o tempo de retorno é mais curto do que os cenários que ocorrem a implantação do SAAC no hotel.

Além disso, a proposta da troca de aparelhos é menos invasiva e de fácil instalação, visto que não seria necessário fazer a substituição completa do aparelho hidrossanitário, mas apenas a instalação de um dispositivo no aparelho existente.

Ao comparar uma situação em que há uma economia de água semelhante nas duas propostas, como é o caso da troca de 75% das bacias e 25% dos chuveiros (7,60%) com a implantação do SAAC no cenário normal (7,76%), observa-se que o investimento e o tempo de retorno da troca de aparelhos são menores.

Porém, comparando os dois piores cenários de cada proposta, (cenário seco para o SAAC e a troca de 100% das bacias sanitárias), a implantação de um SAAC é mais viável tanto financeiramente quanto na economia de água, em que seria necessário o dobro da troca de bacias para se ter a mesma economia de água do cenário seco e o tempo de retorno causado pela troca do aparelho seria mais de 10 anos, o que torna essa situação inviável.

Para os dois melhores cenários de ambas as propostas (cenário chuvoso e 100% dos chuveiros), levando-se em consideração tanto a economia hídrica quanto a financeira, a troca de chuveiros é melhor em todos os aspectos analisados, sendo a economia de água gerada pela troca dos chuveiros (24,00%) quase o dobro da economia do cenário chuvoso no SAAC (14,51%).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Conclui-se que foi possível realizar análises sobre a troca de aparelhos convencionais por poupadores de água e a implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva dentro de um hotel, estimando o consumo mensal de água para certos usos, o orçamento dos componentes dos sistemas e a verificação da viabilidade da implantação de todos os cenários de ambas as propostas.

A partir do estudo das duas propostas do trabalho, foi possível verificar as estimativas do potencial de economia de água para o hotel, onde obteve-se melhores resultados para os cenários referentes à troca de aparelhos convencionais por poupadores de água. O potencial de economia foi de até 29,33%, quase o dobro do melhor cenário para o SAAC, o qual obteve um valor de 14,51%.

Em relação à viabilidade econômico-financeira, pode-se concluir que ambas as propostas são viáveis economicamente. Porém, no geral, a troca de aparelhos também demonstrou melhores resultados quando comparada à implantação do SAAC. Enquanto que o melhor cenário da troca de aparelhos (troca de 100% dos chuveiros) exige um baixo investimento e gera alta economia de água, com tempo de retorno de 1,32 meses e rentabilidade anual de 907,95%, o melhor cenário da implantação do SAAC (cenário chuvoso), apresenta um tempo de retorno de 8,42 meses e rentabilidade anual de 142,56%.

O cenário que propôs ao hotel a implantação de ambas as alternativas estudadas no trabalho mostrou um ótimo resultado tanto na economia de água quanto na viabilidade econômico-financeira, o qual proporcionou uma economia hídrica de 37,09%, um investimento com um tempo de retorno curto e viável (7,85 meses), bem como uma rentabilidade anual de 152,82%. É um cenário considerável, visto que obteve ótimos resultados e ambas as propostas não necessitam da conscientização do usuário para um menor consumo de água.

Apesar do cenário chuvoso expressar melhores resultados para a implantação de um SAAC, ele não pode ser levado em consideração, visto que a frequência de ocorrer um período chuvoso é muito baixa (3 de 21 anos), mostrando que Campina Grande é uma cidade que apresenta uma menor ocorrência de altas precipitações. Dito isso, o cenário normal, quando comparado às economias de água geradas pela maioria dos cenários da troca de aparelhos, gerou um resultado pouco expressivo (7,76%). Apesar desse

resultado, o cenário normal gera um ótimo tempo de retorno de 1 ano e 4 meses. Porém, iria necessitar a instalação de reservatórios muito grandes e enterrados, o que torna o processo menos compensável, além de ser bastante invasivo, uma vez que o hotel já está construído.

Ainda com relação ao SAAC, no decorrer da realização do trabalho, encontrou-se dificuldade de dimensionar os reservatórios devido à grande demanda da rega dos jardins. Verificou-se que pelo Método da Simulação, a relação entre suprimento externo e *overflow* era a mais constante, sendo possível, assim, determinar um volume de reservatório mais adequado do que em relação aos volumes calculados pelo Método de Rippl.

De modo geral, a troca de aparelhos comparada à implantação de um SAAC é mais rentável, visto que sua implantação é menos invasiva e de fácil instalação, além de exigir um menor investimento e um tempo de retorno mais curto.

Em relação à sustentabilidade hídrica, considera-se que ambos os projetos são viáveis, devido a situação de escassez atual do município de Campina Grande. É sempre recomendável buscar fontes alternativas de abastecimento, amenizando também a retirada de água de poços artesianos e, conseqüentemente, reduzindo os impactos gerados aos lençóis freáticos.

5.2. Recomendações

Esse trabalho aponta a necessidade de estudos mais aprofundados sobre outras alternativas de gerencialmente de água em redes hoteleiras, como, por exemplo, reúso de águas cinzas, bem como formas de subsídios que incentivem os hóspedes na redução do consumo de água, como a redução na conta de água com a instalação de medidores individuais, pagando apenas o que se consome. Deve-se, também, estender a avaliação do potencial de aproveitamento da água de chuva para todos os setores (residencial, comercial e industrial) como forma de promover o uso sustentável da água no meio urbano.

É importante que os órgãos públicos federais, estaduais e municipais proponham incentivos financeiros aos interessados em aderir ao SAAC, bem como promovam campanhas de conscientização ambiental para despertar o interesse da população em buscar fontes alternativas de água em substituição ao sistema de abastecimento convencional, visto que a existência de leis e normas que obrigam o uso e instalação dessas alternativas ainda é muito pouca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESA. (2019). **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/graficos/>. Acesso: 20 jun. 2019.
- AGUIAR, R. **Hotel Garden se renova para nova fase empreendedora como resort**. Disponível em: <http://www.paraibatotal.com.br/colunas/turismo/82717-hotel-garden-se-renova-para-nova-fase-empreendedora-como-resort>>. Acesso em: 5 maio. 2019.
- ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda de água na escala de bairro**. Campina Grande: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Campina Grande, 2004.
- AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal de São Carlos, 2008.
- ANA. Agencia Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Usos da água**. Brasília, 2017. Disponível em http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/uso_agua.f9c46ece.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2015.
- BAPTISTA, N.; CAMPOS, C. H. **Caracterização do Semiárido brasileiro**. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/caracterizacao-do-semiarido-brasileiro-1>>. Acesso em: 6 maio. 2019.
- BARROS, M. B.; RUFINO, I. A. A.; MIRANDA, L. I. B. Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano. Water saving mechanisms supporting urban planning. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 1, p. 251–262, 2016.
- BARTH, *et al.* **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Editora Nobel: ABRH, 1987, 526p.
- BEZERRA, J. **Região Nordeste**. 2019 Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/regiao-nordeste/>>. Acesso em: 5 nov. 2019.
- BRAGA, C. F. C. **Avaliação Multicriterial e Multidecisória no Gerenciamento da Demanda Urbana de Água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande. 2001.
- BRAGA, R. **Instrumentos para gestão ambiental e de recursos hídricos**. Recife: Ed. Universitária da EDUF-PE, 2009. 134 p.
- BRANDES, O. M.; KRIWOKEN, L. **Chanding Perspectives - Changing Paradigms: Demand Management Strategies and Innovative Solutions for a Sustainable Okanagan Water Future**. Cwra Annual Conference: Water - Our Limiting Resource, Kelowna, n., p.1-22, 23 fev. 2005. Disponível em: <http://poliswaterproject.org/publication/29>>. Acesso em: 6 maio. 2019.
- BRASIL, A. **Estiagem do semiárido é a pior dos últimos 50 anos e afeta 22 milhões**. Disponível em: <https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2013-04-25/estiagem-do->

semiarido-e-a-pior-dos-ultimos-50-anos-e-afeta-22-milhoes.html>. Acesso em: 5 jun. 2019.

BRASIL. **DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934**. Dispõe sobre o Código de Águas.: Diário Oficial da União, 1934.

BRASIL. **DECRETO Nº 33.613, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2012**. p. 0–3, 2012.

BRASIL. **Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos: Diário Oficial da União (08/01/1997) Seção 1 p 470, 1997.

BRASIL. **Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010**. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme específica e adota outras providências.: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.: Diário Oficial da União, 2001.

BRASIL. **Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais.: Diário Oficial da União, 2016.

BRASIL. **Presidência da República**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.: Diário Oficial da União, 2015a.

BRASIL. **Programa Nacional Combate ao Desperdício Água - PNCDA**. Disponível em: <<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda>>. Acesso em: 3 abr. 2019b.

CAGEPA. **Estrutura tarifária-RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB Nº002/2018-DP**, 2018.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. São Carlos. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CAMPOS, M. A. S. et al. **Sistema de aproveitamento de água pluvial: aspectos qualitativos e quantitativos**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2007. 1 CD-ROM.

CARVALHO, S.; NAIME, R.; BLANCO, L. A. O. **Situação da gestão de resíduos no setor de hotelaria**. Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju, v.2, n.2, p.06-34, 2009.

CNRH. **Resolução 48 de 21 de Março de 2005**. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.: CNRH, 2005.

CORREIO DA PARAÍBA. Disponível em: <<https://correiodaparaiba.com.br/colunas/lisboa-joao-pessoa/>>. 2019. Acesso em: 05 nov. 2019.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6 ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2010. 465 páginas.

CUNHA, P. F. de L.; BARBOSA, D. L.; RIBEIRO, M. M. R. **Comparação do consumo de água com o uso de aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores em hotéis - estudo de caso: bairro do cabo branco, João Pessoa.** XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, n., p.01-16, João Pessoa, 2012

DEBOITA, M.; BACK, N. Consumo De Água Em Bacias Sanitárias Com a Utilização De Descarga De Duplo Acionamento: Estudo De Viabilidade Econômica. 2014.

FEAM. **Aproveitamento de água pluvial.** Disponível em: <http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf>. p. 23, 2016.

FRANCISCO, Paulo; SANTOS, Djail. **Climatologia do Estado da Paraíba.** Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Climatologia%20do%20Estado%20da%20Paraiba%20editora.pdf>>. 1º Edição. Campina Grande, Paraíba. EDUFCG. 2017.

G1. **Número de turistas estrangeiros na Paraíba aumenta mais de 46% em 2018, diz PBTur.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/01/18/numero-de-turistas-estrangeiros-na-paraiba-aumenta-mais-de-46-em-2018-diz-pbtur.ghtml>>. Acesso em: 25 out. 2019.

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

GONÇALVES, R. F. *et al.* **Rede cooperativa de pesquisas: instituições participantes tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas.** Vitória-ES: PROSAB, 2006.

GOOGLE. **Google Earth website.** Disponível em: <http://earth.google.com/>. 2019. Acesso em: 15 jun. 2019.

GORINI, A.P.F; MENDES, E. da F. **Setor de turismo no Brasil: segmento de hotelaria.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 111-150, set. 2005.

GOUVEIA, L. P. R. **Estudo da viabilidade de aproveitamento de água de chuva para suprir a demanda diária na indústria da construção civil.** Campina Grande-PB, 2017.

GRANDE, C. **Lei nº 5.410/13 - Código de Obras de Campina Grande/PB. DISPÕE SOBRE O DISCIPLINAMENTO GERAL E ESPECÍFICO DOS PROJETOS E EXECUÇÕES DE OBRAS E INSTALAÇÕES DE NATUREZA TÉCNICA, ESTRUTURAL E FUNCIONAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, ALTERANDO A LEI DE Nº 4130/03, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.:** [s.n.].

GUEDES, M.; RIBEIRO, M.; VIEIRA, Z. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 123–134, 2016.

GUERRA, H. R. **Proposta de gestão de demanda de água e análise de métodos de previsão na rede hoteleira de João Pessoa e Campina Grande - Paraíba.** Campina Grande: Campina Grande: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010.

IHEI - International Hotels Environment Initiative. **Environmental Management for hotels - The industry guide to best practice**. Oxford: Butterworth - Heinemann. 1994.

KEY, G. Critérios Green Key Alojamento Local Critério I - Gestão Ambiental Critérios Green Key Alojamento Local Critério II - Envolvimento dos colaboradores. [s.d.].

Kim, B. K., Lindström, A., & Weinberg, J. (2013). **International Tourism Partnership: Water Risk Assessment**. Disponível em: <<http://tourismpartnership.org/wp-content/themes/itpchild/assets/files/ITP-And-SIWI-present-Water-Risk-Assessment.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2019.

MACINTYRE, Archibald Joseph. Instalações hidráulicas prediais e industriais. 4 ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2010. 740 páginas.

MARINHO, E. C. DE A. **Uso racional da água em edificações públicas**. Belo Horizonte. Monografia. Programa de Graduação. Universidade Federal de Minas Gerais.: UFMG, 2007.

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

MENDONÇA, T. R. **Conservação de água em residências unifamiliares**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

MOREIRA, M. D. D. 2001. **Reciclagem de Águas Servidas em edifícios Residenciais e Similares**. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal

NASCIMENTO, E. A. A.; SANT'ANA, D. Caracterização dos Usos-Finais do Consumo de Água em Edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 3, n. 2, p. 156–167, 2014.

National Energy Policy Act of 1992. [s.l: s.n.].

NBR. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro: NBR-5626 Instalação predial de água fria ABNT-Associação, 1998.

NBR. **Associação Brasileira De Normas Técnicas (Abnt)**. Rio de Janeiro: NBR 7198 Projeto e execução de instalações prediais de água quente, 1993.

NBR. **Associação Brasileira de Normas Técnicas (Abnt)**. [s.l.] NBR 15491- Caixa de descarga para limpeza das bacias sanitárias-Requisitos e métodos de ensaio., 2010.

NBR. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro: NBR15575- DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES AMBIENTAIS, 2013.

NUNES, A. T. **Emprego de um sistema de informação geográfica (SIG) para suporte ao planejamento do produto hoteleiro, apresentando um caso para uma região da cidade de São Paulo**. 2004. Dissertação de mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 100p. São Paulo, 2004.

- OCDE. **Conselho da OCDE Recomendação sobre a Água.** Disponível em: <<https://www.oecd.org/water/Recomendacao-sobre-a-agua.pdf>>. OCDE, 2016. Acesso em: 09 jul. 2019.
- OLIVEIRA, L. H. de; ILHA, M.; REIS, R. P. A. **Água.** PCC - USP, 2007. Disponível em: <<http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202007/Cap%204%20-%20Agua.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2019.
- PEREIRA, E. M. **Análise de conflitos pelo uso da água relacionados à oferta e à demanda: Bacia do Rio Piracicaba- MG.** Campina Grande: Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Campina Grande.: [s.n.]. 2012.
- PBTur. **Empresa Paraibana de Turismo S/A.** 2019. Disponível em: <<https://www.pbtur.pb.gov.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- PMCG. Lei Complementar N° 003, de 09 de Outubro de 2006. 2006.
- PUIME, E. Diferenças entre espaço público, privado e acessível ao público. **JusBrasil**, 2014.
- PURA. **Pura USP.** Disponível em: <<http://www.pura.usp.br/pura-usp/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- RAIN WATER DROPS. **Componentes básicos de um sistema de aproveitamento de água pluvial.** Disponível em: <<https://sites.google.com/a/dmaria.pt/rainwater-drops/equipa-do-projeto>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- RIFAI, T. **Fostering innovation to fight climate change in the accomodation sector.** The Hotel Energy Solutions, 2. 2012.
- ROCHA, V.L. **Validação do algoritmo do programa Netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.
- RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial.** 2011. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011.
- SABESP. Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água. v. 1, n. 1, p. 100, 2009.
- SANT'ANA, D. **Uso e Conservação de Água em Edificações.** [s.l.] Reabilita, 2014.
- SANTIN, J. R.; CORTE, T. D. NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC**, p. 97–112, 2010.
- SANTOS, C. B. N. **Gestão Ambiental em Empreendimentos Hoteleiros: Análise de Práticas e de Resultados em um Estudo de Casos Múltiplos.** 2005. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/631_SEGeT.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.
- SANTOS *et al.* **Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro.** [s.l.] Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 8, n.1, 2013.
- SCARDUA, *et al.* **Eficiência do uso de água em domicílios residenciais na cidade do**

Gama. GESTA, v. 2, n. 2, p. 188-192, 2014 – ISSN: 2317-563X.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de cursos hídricos.** Brasília: ANEEL: ANA, 2002.

SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. (2009). **Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries.** Water and Environmental Journal, n. 23. p. 210-218.

SILVA, P. H. P. D., RIBEIRO, M. M. R., & MIRANDA, L. I. B. D. 2017. **Use of causal chain for an institutional analysis of water resources management in a semiarid reservoir in Paraíba.** Engenharia Sanitária e Ambiental, 22(4), 637-646.

SILVA, S. R. **Universidade Federal da Bahia.** Salvador. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal da Bahia: 2011.

SOARES, A. M. M. **Análise dos consumos de água em edifícios não habitacionais.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2010.

SOUZA, T. J. **Potencial de aproveitamento de água de chuva no meio urbano: o caso de Campina Grande – PB.** Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Campina Grande: 2015.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. **6º Simposio brasileiro de captação e manejo de água da chuva**, n. 1, p. 1–24, 2007.

Turismo em Foco.

VIEIRA, Z. C.; RIBEIRO, S. N.; JUNIOR, C. G. DA S. Estimativa da economia gerada pelo uso de água pluvial em instituição de ensino de Pombal - PB. **RESAG 2015, 2º Congresso Internacional Gestão da Água e Monitoramento Ambiental**, p. 1–7, 2015.

APÊNDICE A

Tabela 20 - 1º cenário – com utilização de todos os aparelhos poupadores.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos aparelhos no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	4,26	50,00	2,13
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	38,71	62,00	24,00
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	4,21	76,00	3,20
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					29,33
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					387,35

Tabela 21 - 2º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% dos chuveiros.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 100% dos chuveiros no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	38,71	62,00	24,00
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					24,00
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					316,96

Tabela 22 - 3º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% das bacias.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 100% das bacias no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	4,26	50,00	2,13
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					2,13
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					28,13

Tabela 23 - 4º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 100% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 100% das torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	4,21	76,00	3,20
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					3,20
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					42,26

Tabela 24 - 5º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros e 50% das bacias.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 50% dos chuveiros e bacias no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	2,13	50,00	1,07
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	19,36	62,00	12,00
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					13,07
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					172,61

Tabela 25 - 6º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros e 50% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 50% dos chuveiros e torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	19,36	62,00	12,00
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	2,11	76,00	1,60
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					13,60
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					179,61

Tabela 26 - 7º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% das bacias e 50% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 50% das bacias e torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	2,13	50,00	1,07
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	2,11	76,00	1,60
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					2,67
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					35,26

Tabela 27 - 8º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 50% dos chuveiros, 50% das bacias e 50% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 50% dos chuveiros, bacias e torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	19,36	62,00	12,00
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	2,13	50,00	1,07
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	2,11	76,00	1,60
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					14,67
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					193,74

Tabela 28 - 9º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% dos chuveiros e 25% das bacias.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% dos chuveiros e 25% das bacias no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	29,03	62,00	18,00
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	1,07	50,00	0,54
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					18,54
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					244,85

Tabela 29 - 10° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% dos chuveiros e 25% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% dos chuveiros e 25% das torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	29,03	62,00	18,00
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	1,05	76,00	0,80
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					18,80
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					248,29

Tabela 30 - 11° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das bacias e 25% dos chuveiros.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% das bacias e 25% dos chuveiros no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	3,20	50,00	1,60
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	9,68	62,00	6,00
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					7,60
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					100,37

Tabela 31 - 12° cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das bacias e 25% das torneiras.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% das bacias e 25% das torneiras no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	3,20	50,00	1,60
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	1,05	76,00	0,80
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					2,40
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					31,70

Tabela 32 - 13º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das torneiras e 25% dos chuveiros.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% das torneiras e 25% dos chuveiros no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	3,16	76,00	2,40
Chuveiro	Ducha com restritor de vazão 8L/min	79,00	9,68	62,00	6,00
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					8,40
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					110,94

Tabela 33 - 14º cenário – economia de água gerada a partir da troca de 75% das torneiras e 25% das bacias.

Equipamento convencional	Equipamento poupador	Representatividade do consumo de água dos aparelhos nos apartamentos (%)	Representatividade do consumo de água dos 75% das torneiras e 25% das bacias no hotel (%)	Economia do mecanismo (%)	Economia final (%)
Torneira/Lavatório	Torneira com arejador de vazão 6L/min	8,60	3,16	76,00	2,40
Bacia Sanitária	Bacia VDR com válvula de duplo acionamento	8,70	1,07	50,00	0,54
ECONOMIA TOTAL NO HOTEL (%)					2,94
ECONOMIA DE ÁGUA TOTAL NO HOTEL (m³/mês)					38,83

Tabela 34 - Situação dos anos de 1998 a 2018 de acordo com a sua precipitação anual.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Situação
1998	11,40	3,70	62,80	18,80	37,00	38,80	67,10	95,40	5,20	15,60	0,30	4,70	360,80	Seco
1999	11,50	49,20	117,90	13,80	70,60	36,70	95,80	36,50	16,70	30,30	0,30	24,40	503,70	Seco
2000	78,40	153,90	63,40	148,70	98,60	232,20	171,50	200,80	149,40	20,40	9,80	38,00	1365,10	Chuvoso
2001	4,30	5,70	207,10	105,00	13,30	145,30	119,10	59,80	29,00	29,60	8,90	16,40	743,50	Normal
2002	83,20	75,70	142,60	24,80	109,40	158,50	55,10	51,70	2,30	23,30	41,30	2,70	770,60	Normal
2003	24,30	64,70	130,00	35,20	53,90	122,00	87,60	44,70	31,90	8,80	7,60	2,90	613,60	Normal
2004	279,00	243,70	64,60	91,40	132,40	157,90	159,30	42,10	43,30	4,00	8,00	2,90	1228,60	Chuvoso
2005	49,90	18,70	99,50	23,90	184,40	263,30	41,30	123,50	12,40	9,40	0,80	39,40	866,50	Normal
2006	1,00	14,90	95,50	142,70	115,50	173,60	66,80	62,40	12,40	5,90	40,40	4,00	735,10	Normal
2007	29,00	70,20	95,10	139,00	62,20	115,50	59,20	86,50	82,30	3,60	7,80	3,90	754,30	Normal
2008	52,50	11,00	247,10	75,80	165,00	97,80	129,60	87,30	33,70	10,70	1,20	7,80	919,50	Normal
2009	44,10	244,70	44,70	149,60	110,90	137,50	149,50	138,50	21,50	0,40	6,20	18,60	1066,20	Normal
2010	78,30	14,30	16,90	95,40	27,10	233,50	42,30	85,90	47,80	16,20	4,20	37,20	699,10	Normal
2011	53,50	139,20	137,30	185,40	361,50	124,50	331,00	105,90	4,10	7,40	25,10	19,50	1494,40	Chuvoso
2012	68,60	98,90	12,10	5,00	58,30	213,10	102,10	20,60	5,90	10,20	0,50	9,20	604,50	Normal
2013	27,20	28,90	37,10	116,40	66,40	149,70	141,40	86,80	34,20	22,80	20,60	21,30	752,80	Normal
2014	15,30	48,20	42,70	30,10	139,50	101,80	122,20	39,60	99,20	48,30	9,20	9,40	705,50	Normal
2015	14,00	16,80	96,80	31,80	20,90	126,80	200,80	24,80	11,00	7,40	3,00	41,40	595,50	Normal
2016	120,40	28,40	82,70	101,80	79,10	25,80	17,40	8,60	12,90	3,20	0,00	64,00	544,30	Normal
2017	14,60	2,70	43,90	104,60	44,90	100,80	193,80	22,80	38,80	28,70	3,50	7,90	607,00	Normal
2018	64,00	164,90	53,60	181,70	107,50	29,90	30,00	10,10	4,20	1,80	2,70	28,70	679,10	Normal
Média	53,55	71,35	90,16	86,71	98,02	132,62	113,47	68,30	33,25	14,67	9,59	19,25	790,94	Normal

Tabela 35 - Dimensionamento dos reservatórios pelo Método de Rippl.

Mês	SECO					NORMAL					CHUVOSO				
	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m³)	Volume de chuva captado (m³)	Diferença entre demanda e volume de chuva captado	Suprimento externo (m³)	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m³)	Volume de chuva captado (m³)	Diferença entre demanda e volume de chuva captado	Suprimento externo (m³)	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m³)	Volume de chuva captado (m³)	Diferença entre demanda e volume de chuva captado	Suprimento externo (m³)
Jan	11,45	105	19	86	86	43	105	73	32	32	137	105	231	-126	0
Fev	26,45	105	45	60	146	57	105	96	9	41	179	105	302	-197	0
Mar	90,35	105	153	-48	98	90	105	153	-48	0	88	105	149	-44	0
Abr	16,30	105	28	77	175	85	105	144	-39	0	142	105	239	-134	0
Mai	53,80	105	91	14	189	85	105	143	-38	0	198	105	333	-228	0
Jun	37,75	105	64	41	230	137	105	232	-127	0	172	105	290	-185	0
Jul	81,45	105	137	-32	198	97	105	164	-59	0	221	105	372	-267	0
Ago	65,95	105	111	-6	192	60	105	101	4	4	116	105	196	-91	0
Set	10,95	105	18	87	279	30	105	51	54	58	66	105	111	-6	0
Out	22,95	105	39	66	345	14	105	24	81	139	11	105	18	87	87
Nov	0,30	105	1	104	449	10	105	17	88	227	14	105	24	81	168
Dez	14,55	105	25	80	529	20	105	33	72	299	20	105	34	71	239
Total	432,25	1260	730		529	729	1260	1230		299	1363	1260	2300		239

Tabela 36 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário seco – Volume de 40m³).

SECO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	11,45	105	2110	19	40	0	-86	0	86
Fev	26,45	105	2110	45	40	0	-60	0	60
Mar	90,35	105	2110	153	40	0	40	8	0
Abr	16,30	105	2110	28	40	40	-37	0	37
Mai	53,80	105	2110	91	40	0	-14	0	14
Jun	37,75	105	2110	64	40	0	-41	0	41
Jul	81,45	105	2110	137	40	0	32	0	0
Ago	65,95	105	2110	111	40	32	38	0	0
Set	10,95	105	2110	18	40	38	-49	0	49
Out	22,95	105	2110	39	40	0	-66	0	66
Nov	0,30	105	2110	1	40	0	-104	0	104
Dez	14,55	105	2110	25	40	0	-80	0	80
Total	432,25	1260		730				8	539

Tabela 37 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário seco – Volume de 100m³).

SECO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	11,45	105	2110	19	100	0	-86	0	86
Fev	26,45	105	2110	45	100	0	-60	0	60
Mar	90,35	105	2110	153	100	0	48	0	0
Abr	16,30	105	2110	28	100	48	-29	0	29
Mai	53,80	105	2110	91	100	0	-14	0	14
Jun	37,75	105	2110	64	100	0	-41	0	41
Jul	81,45	105	2110	137	100	0	32	0	0
Ago	65,95	105	2110	111	100	32	38	0	0
Set	10,95	105	2110	18	100	38	-49	0	49
Out	22,95	105	2110	39	100	0	-66	0	66
Nov	0,30	105	2110	1	100	0	-104	0	104
Dez	14,55	105	2110	25	100	0	-80	0	80
Total	432,25	1260		730				0	531

Tabela 38 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário normal – Volume de 50m³).

NORMAL									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	43,17	105	2110	73	50	0	-32	0	32
Fev	56,79	105	2110	96	50	0	-9	0	9
Mar	90,46	105	2110	153	50	0	48	0	0
Abr	85,18	105	2110	144	50	48	50	37	0
Mai	84,89	105	2110	143	50	50	50	38	0
Jun	137,18	105	2110	232	50	50	50	127	0
Jul	97,39	105	2110	164	50	50	50	59	0
Ago	59,60	105	2110	101	50	50	46	0	0
Set	29,97	105	2110	51	50	46	-8	0	8
Out	14,39	105	2110	24	50	0	-81	0	81
Nov	9,87	105	2110	17	50	0	-88	0	88
Dez	19,68	105	2110	33	50	0	-72	0	72
Total	728,57	1260		1230				261	291

Tabela 39 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário normal – Volume de 100m³).

NORMAL									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	43,17	105	2110	73	100	0	-32	0	32
Fev	56,79	105	2110	96	100	0	-9	0	9
Mar	90,46	105	2110	153	100	0	48	0	0
Abr	85,18	105	2110	144	100	48	40	0	0
Mai	84,89	105	2110	143	100	87	87	25	0
Jun	137,18	105	2110	232	100	100	100	127	0
Jul	97,39	105	2110	164	100	100	100	59	0
Ago	59,60	105	2110	101	100	100	96	0	0
Set	29,97	105	2110	51	100	96	42	0	0
Out	14,39	105	2110	24	100	42	-39	0	39
Nov	9,87	105	2110	17	100	0	-88	0	88
Dez	19,68	105	2110	33	100	0	-72	0	72
Total	728,57	1260		1230				211	240

Tabela 40 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – Volume de 50m³).

CHUVOSO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	136,97	105	2110	231	50	0	50	76	0
Fev	178,93	105	2110	302	50	50	50	197	0
Mar	88,43	105	2110	149	50	50	50	44	0
Abr	141,83	105	2110	239	50	50	50	134	0
Mai	197,50	105	2110	333	50	50	50	228	0
Jun	171,53	105	2110	290	50	50	50	185	0
Jul	220,60	105	2110	372	50	50	50	267	0
Ago	116,27	105	2110	196	50	50	50	91	0
Set	65,60	105	2110	111	50	50	50	6	0
Out	10,60	105	2110	18	50	50	-37	0	37
Nov	14,30	105	2110	24	50	0	-81	0	81
Dez	20,13	105	2110	34	50	0	-71	0	71
Total	1362,70	1260		2300				1229	189

Tabela 41 - Dimensionamento do reservatório para o Método da Simulação (Cenário chuvoso – Volume de 100m³).

CHUVOSO									
Mês	Chuva média (mm)	Demanda mensal constante (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva captado (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório do tempo t-1 (m ³)	Volume do reservatório do tempo t (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Jan	136,97	105	2110	231	100	0	100	26	0
Fev	178,93	105	2110	302	100	100	100	197	0
Mar	88,43	105	2110	149	100	100	100	44	0
Abr	141,83	105	2110	239	100	100	100	134	0
Mai	197,50	105	2110	333	100	100	100	228	0
Jun	171,53	105	2110	290	100	100	100	185	0
Jul	220,60	105	2110	372	100	100	100	267	0
Ago	116,27	105	2110	196	100	100	100	91	0
Set	65,60	105	2110	111	100	100	100	6	0
Out	10,60	105	2110	18	100	100	13	0	0
Nov	14,30	105	2110	24	100	13	-68	0	68
Dez	20,13	105	2110	34	100	0	-71	0	71
Total	1362,70	1260		2300				1179	139